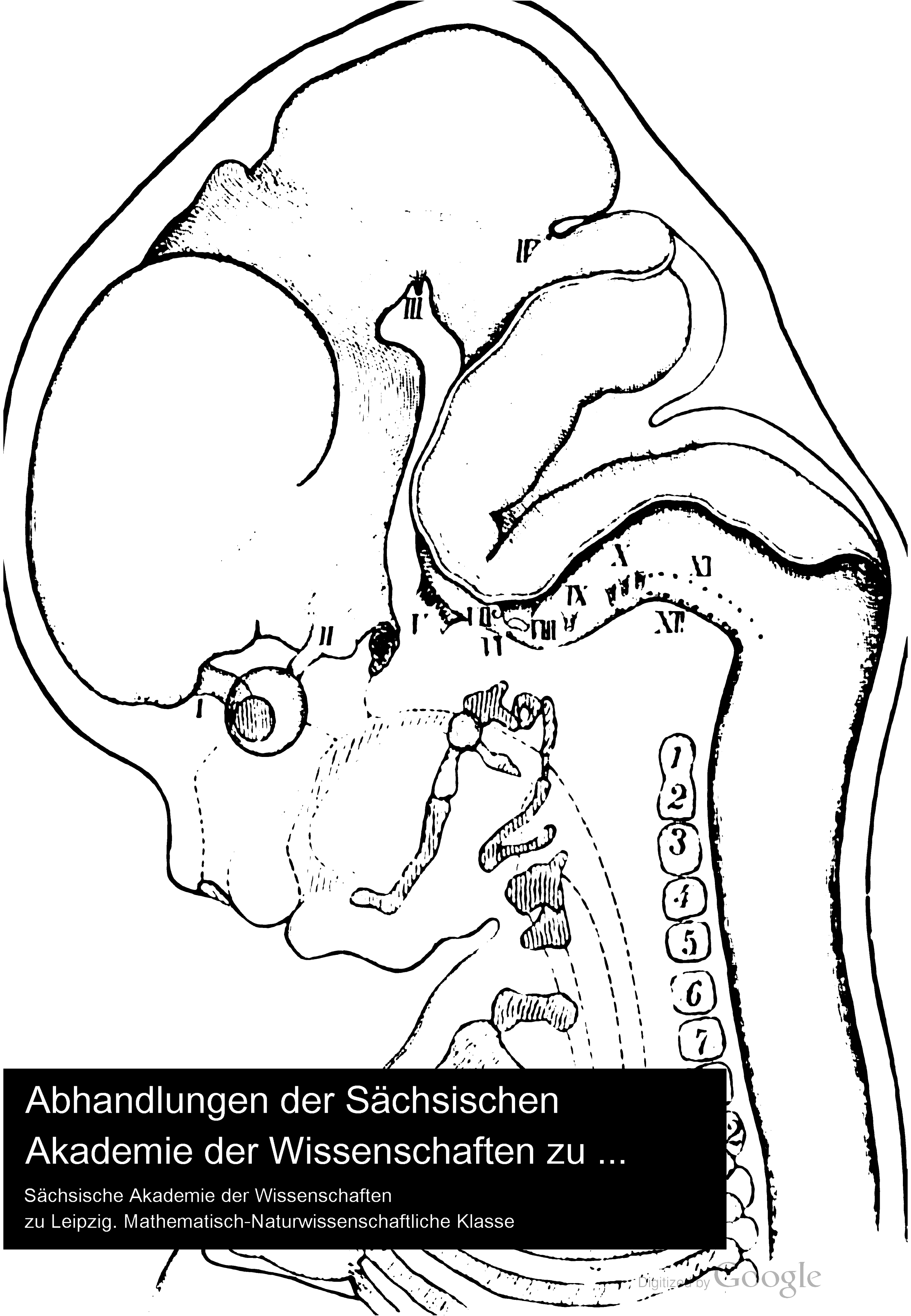
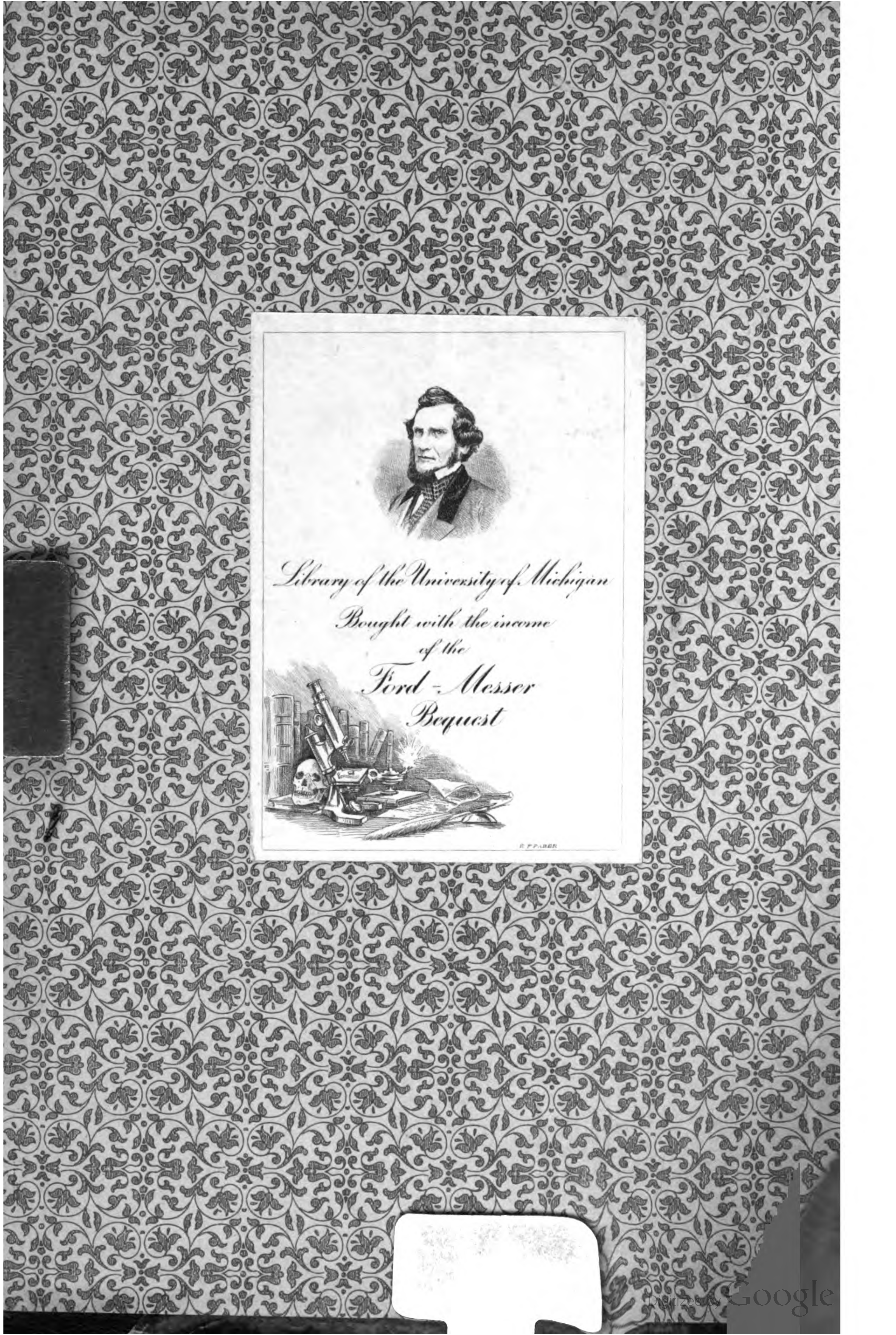
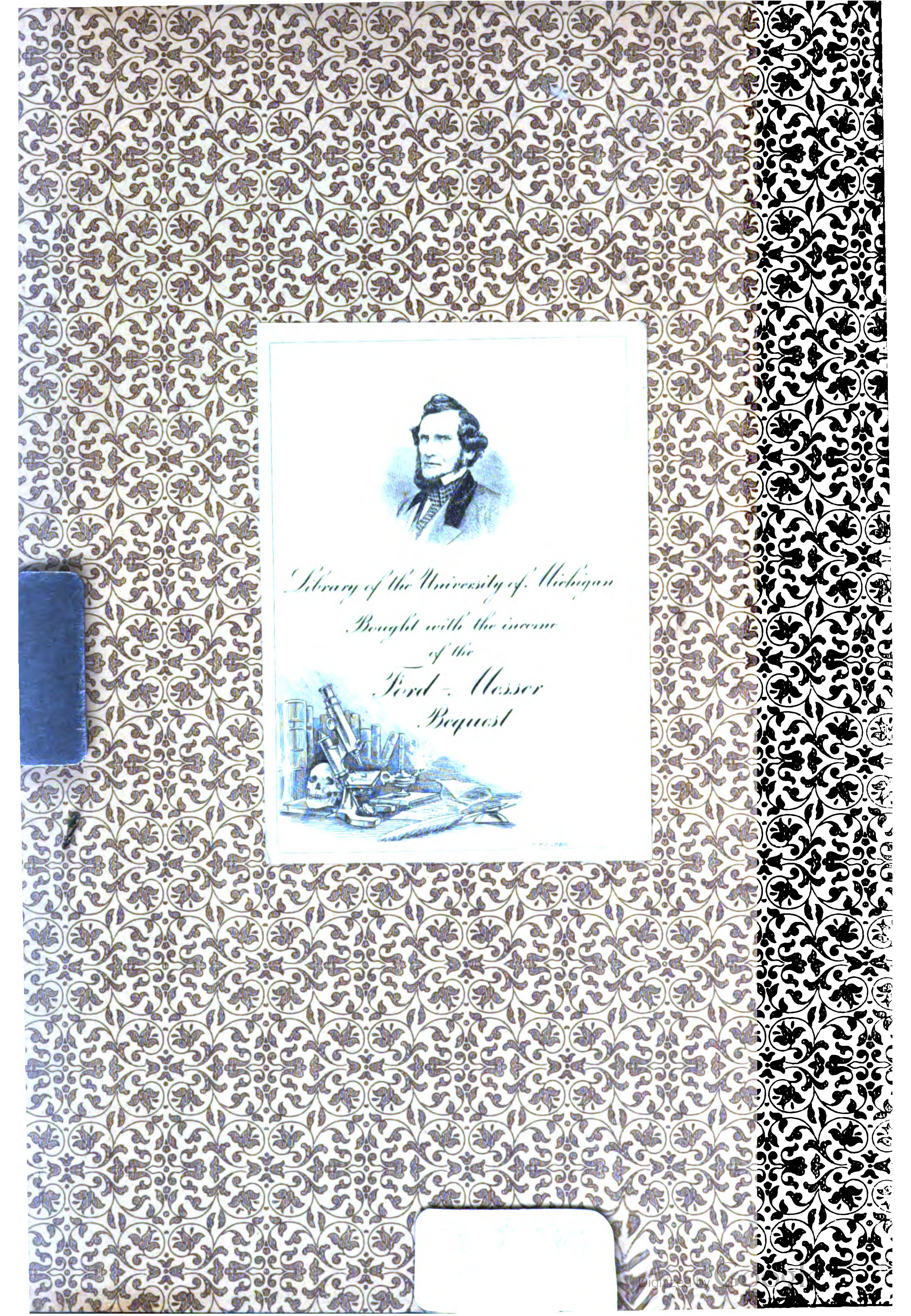
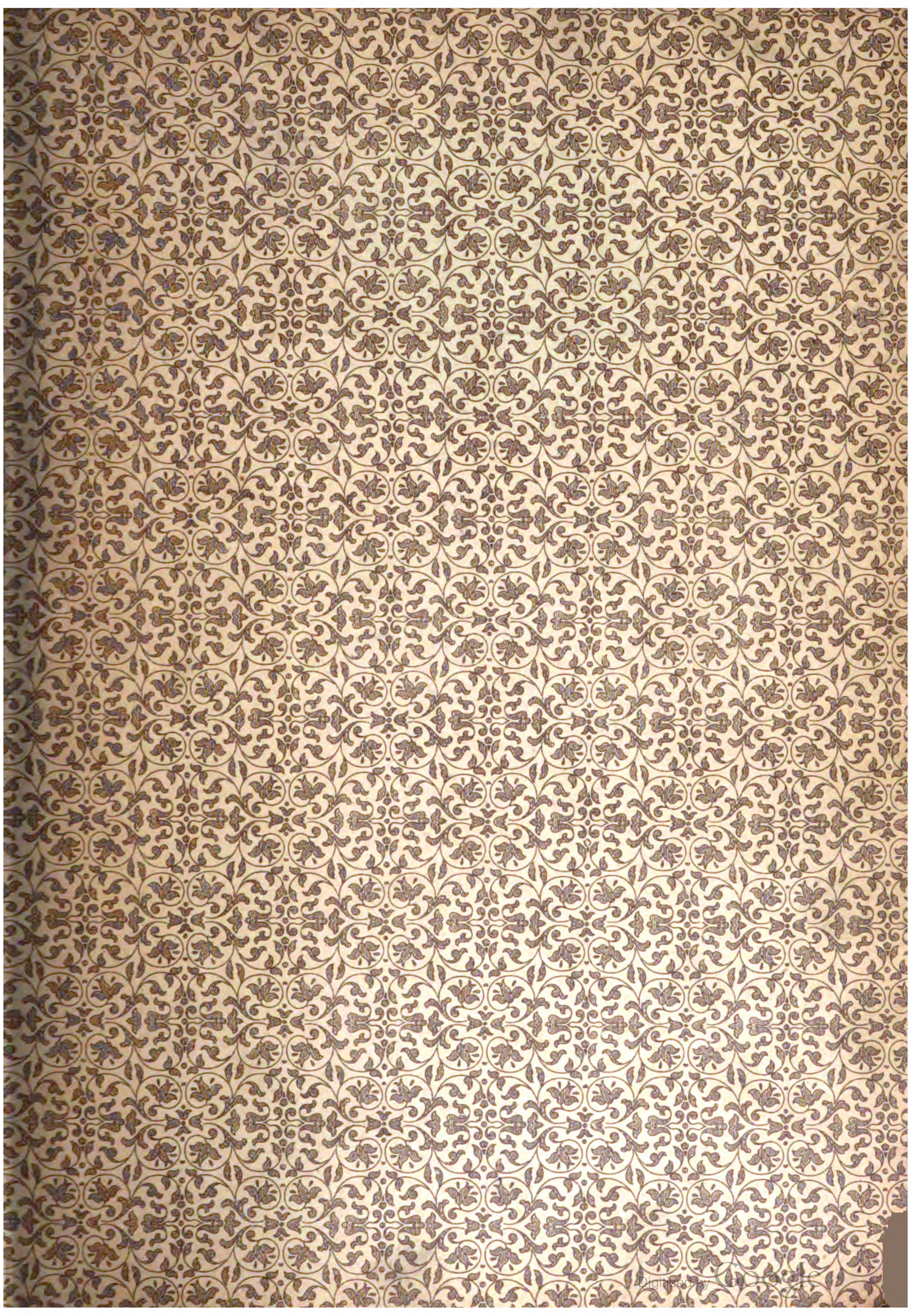

Abhandlungen der Sächsischen
Akademie der Wissenschaften zu ...
Sächsische Akademie der Wissenschaften
zu Leipzig. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse
Digitized by Google


Library of the University of Michigan
Bought with the income
of the
Ford - Messer
Bequest




Library of the University of Michigan
Bought with the income
of the
Ford - Messer
Bequest



ABHANDLUNGEN

NEUNUNDZWANZIGSTER BAND.

ABHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.



NEUNUNDZWANZIGSTER BAND.

MIT 43 TAFELN UND 27 FIGUREN.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1891.

ABHANDLUNGEN

DER MATHEMATISCH-PHYSISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.



SIEBZEHNTER BAND.

MIT 43 TAFELN UND 27 FIGUREN.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1891.



INHALT.

DIE ENTWICKELUNG

DES

MENSCHLICHEN RAUTENHIRNS

VOM ENDE DES ERSTEN BIS ZUM BEGINN DES DRITTEN MONATS

VON

WILHELM HIS,

MITGLIED DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.

I. VERLÄNGERTES MARK.

Des XVII. Bandes der Abbhandlungen der mathemathisch-physischen Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N⁰ I.

MIT IV TAFELN UND XVIII HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL

1890.



Vorgetragen in der Sitzung vom 3. März 1890.
Das Manuscript eingeliefert am 26. October 1890.
Der Druck beendet am 20. December 1890.

DIE ENTWICKELUNG

DES

MENSCHLICHEN RAUTENHIRNS

VOM ENDE DES ERSTEN BIS ZUM BEGINN DES DRITTEN MONATS

VON

WILHELM HIS.

I. VERLÄNGERTES MARK.

MIT IV TAFELN UND XVIII HOLZSCHNITTEN.

Der im vorigen Jahr publicirten Arbeit über die Formentwickelung des menschlichen Vorderhirns lasse ich hier einen Theil meiner Untersuchungen über die Entwickelung des Rautenhirns folgen. Auch diesmal war die Verfolgung der Formentwickelung das nächste Ziel, allein ich habe mich bald überzeugt, dass es beim Rautenhirn weit mehr als beim Vorderhirn nöthig ist, schon behufs äusseren Formverständnisses auf die Vorgänge Rücksicht zu nehmen, welche in der Dicke der Wand ablaufen, und dass man der histologischen Betrachtung von Durchschnitten einen ausgiebigen Raum zu gönnen hat. Der Schlüssel zum Verständniss der Rautenhirnentwickelung und des Rautenhirnbaues liegt in dem Princip enthalten, wonach die Nervenzellen und die Nervenbündel von bestimmten Ausgangspunkten aus sich ausbreiten. Die zuerst vorhandenen Complexe werden von später kommenden überlagert oder durchwachsen, und das relative Alter eines Theiles bestimmt zugleich dessen Lage zu den übrigen. Schon die bahnbrechenden Arbeiten von P. Flechsig über die Centralorgane des älteren Fötus haben darauf geführt, die Zeit als einen für das Verständniss des Markbaues bedeutsamen Factor zu erkennen, und ich habe mich meinerseits immer mehr von der Nothwendigkeit überzeugt, dem zeitlichen Ineinandergreifen der Entwickelungsvorgänge ein Hauptaugenmerk zuzuwenden.

Ich bin mir der Lückenhaftigkeit meines Materiales und meiner Beobachtungen viel zu sehr bewusst, um auch nur von Weitem den Anspruch auf eine abschliessende Arbeit erheben zu dürfen. Schon die Zahl der von mir benützten gut erhaltenen Embryonen ist eine bescheidene. Nun genügt es aber nicht, einzelne Repräsentanten der verschiedenen Altersstufen in mehr oder minder guten Schnittreihen zu besitzen. Die Schnittrichtung, welche für die eine Strecke

des Medullarrohres günstig ist, ist es nicht mehr für die darüber oder darunter liegenden Abschnitte, denn wenn die Schnitte das Rohr an einer Stelle senkrecht zur Axe treffen, so müssen sie naturgemäss andere Stellen schräg oder der Länge nach streifen. Für eine jede Entwickelungsstufe sollte man daher Reihen von sehr verschiedener Schnittrichtung haben. Bei der Mannigfaltigkeit der zu prüfenden Fragen sollten aber auch Härtungs- und Färbungsweisen, sowie die Schnittdicken vielfach variirt werden, und so wird wohl noch manches Jahr verfliessen, bis sich, sei es in meinen oder in anderen Händen, ein Material beisammen finden wird, das man als ausreichend bezeichnen darf. Mein diesmaliger Aufsatz schliesst mit dem Beginn des 3. Monats ab, obwohl gerade die nachfolgende Zeit sehr belangreich ist, auch habe ich es unterlassen, vergleichend embryologisches Material in die Besprechung mit aufzunehmen. An bezügliche Beobachtungen in der einen und anderen Richtung fehlt es mir nicht, allein ich ziehe es vor, das Gebiet zu beschränken, und die Hereinziehung neuen Materiales in die Discussion der an und für sich verwickelten Fragen auf später zu versparen. Und so kann dieser Aufsatz mehr nur ein Arbeitsprogramm, als eine durchgeführte Arbeit darstellen, und Manches von dem, was hier blos angedeutet werden konnte, wird später Gegenstand monographischer Durchforschung sein müssen.

Eintheilung des Rautenhirns.

Die Bezeichnung Rautenhirn habe ich deshalb eingeführt[1]), weil das Bedürfnis nach einem zusammenfassenden Wort besteht für die Gesammtheit der Theile, welche die Rautengrube umgeben, für das verlängerte Mark, die Brücke, das Kleinhirn und den Isthmus. Das embryonale Rautenhirn zeichnet sich vor den darüber und den darunter liegenden Strecken des Medullarrohres durch das starke Auseinanderweichen seiner dorsalen Ränder aus. Seine Rückseite zeigt demnach eine, schon bei äusserer Betrachtung auffallende, scheinbare Oeffnung von rautenförmiger Gestalt, das Rautenfeld. Dasselbe beginnt mit einer zugeschärften Spitze an der Nackenbeuge, es

1) No. 1, S. 6.

verbreitert sich von unten nach oben hin und erreicht seine grösste quere Ausdehnung an der Stelle der Brückenkrümmung; dann verjüngt es sich wieder rasch und läuft mit einer oberen Spitze an der Decke des Isthmus aus. Diese Oeffnung des Rautenhirns ist nur eine scheinbare, weil eine dünne epitheliale Deckplatte die auseinanderweichenden Enden des eigentlichen Nervenrohres verbindet.

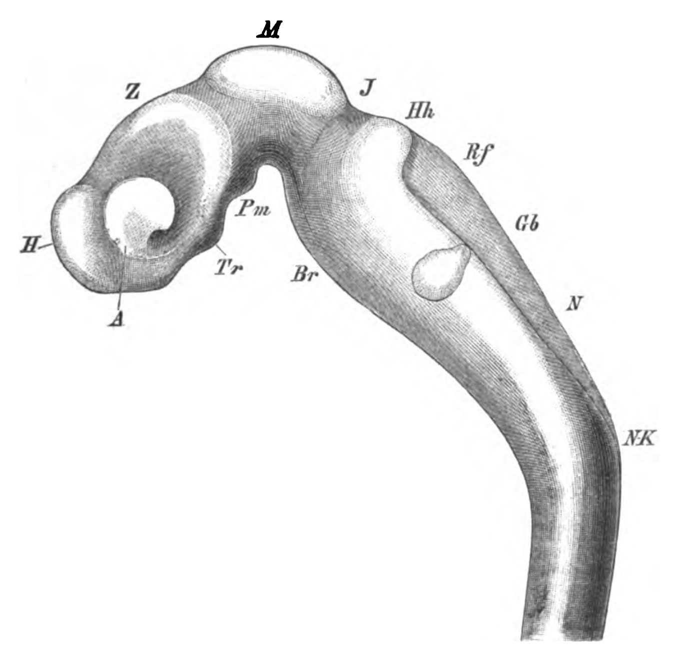


Fig. 1.

Gehirn vom Embryo *Lg*, Profil-Construction. Vergr. 35. *A* Augenblase, *H* Hemisphärenhirn, *Z* Zwischenhirn, *M* Mittelhirn, *I* Isthmus. *Hh* Hinterhirn, *N* Nachhirn, *Gb* Gehörblase, *Rf* Rautenfeld, *NK* Nackenkrümmung, *Br* Brückenkrümmung, *Pm* Processus mammillaris, *Tr* Trichterfortsatz.

Die untere Gränze des Rautenhirns wird durch die Nackenkrümmung bestimmt, die obere durch eine zwischen Mittelhirn und Isthmus befindliche Furche. Nach dem Verhalten der Wandung lässt sich dasselbe in fünf auf einander folgende Bezirke theilen. Von unten herauf gerechnet, sind dies:

1) die an das Rückenmark stossende Anfangsstrecke, oder das Schaltstück,
2) der Bezirk des Calamus scriptorius,
3) der Bezirk der Rautenbreite,
4) der Bezirk von Kleinhirn und Brücke,
5) der Isthmus.

Diese fünf Bezirke sind auch am ausgebildeten Gehirn auseinander zu halten und mögen zunächst für dieses charakterisirt werden, ehe wir an deren embryologische Betrachtung gehen.

Als Ort des Gehirnanfangs ist auch beim Erwachsenen die Nackenkrümmung zu bezeichnen. Allerdings pflegt sie sich bei der üblichen Art der Gehirnherausnahme zu verwischen, aber mit Bestimmtheit tritt sie an solchen Gehirnen hervor, welche durch Chromsäureinjection von Leichen in ihrer Lage erhärtet worden sind, und an den Durchschnitten gefrorener Leichen. Die Grösse des Winkels entspricht der Neigung des Clivus gegen die Halswirbelsäule und wird demnach mit der wechselnden Hebung des Kopfes ab- und zunehmen[1]). Im einspringenden Winkel der Nackenkrümmung liegt die Pyramidenkreuzung. Der untere Rand der sich öffnenden Rautengrube ist vom convexen Gipfelpunkt der Krümmung 7 bis 8 mm entfernt. Diese Strecke bezeichnet die Ausdehnung des Schaltstückes, hier liegen auf der Dorsalseite des Markes die beiden Clavae, und im Innern beginnt bereits die Entwickelung der Oliven. Durchschnitte durch das Schaltstück zeigen den Centralkanal noch geschlossen, derselbe nimmt aber mehr und mehr die Gestalt einer Sagittalspalte an, und von Aussen her kommt ihm eine die beiden Clavae scheidende Spalte entgegen, deren Tiefe von unten nach oben ab-, deren Breite aber in gleichem Maasse zunimmt. Nach beiden Seiten hin erscheint das conisch sich verbreiternde Schaltstück durch einen einspringenden stumpfen Winkel vom Halsmark abgesetzt. Dem Schaltstück gehört das Tuberculum Rolandi an[2]).

Die Rautengrube zerfällt bekanntlich in zwei Hauptabschnitte, von denen der medullare Theil von unten nach oben an Breite zunimmt, während der cerebrale Abschnitt in der Richtung nach dem

1) An dem in Spiritus aufgehobenen Mark einer mit Chromsäure injicirten weiblichen Leiche beträgt der Winkel zwischen Rückenmark und verlängertem Mark 130°. An den Figuren der beiden ersten Tafeln von BRAUNE's Atlas der topogr. Anat. (No. 2) misst derselbe Winkel gegen 150°, in WALDEYER's Durchschnitt einer Hochschwangeren ca. 135° (No. 3). An den beiden von BRAUNE abgebildeten Leichen hängt der Kopf hinten über, woraus die verminderte Krümmung der Markaxe ohne Weiteres verständlich wird. Beim Erwachsenen fällt die Nackenkrümmung des Markes in die Höhe des Atlas. Beim Embryo liegt sie, wie ein Blick auf die Tafel I dieses Aufsatzes zeigt, noch sehr viel höher.

2) SCHWALBE, No. 4, S. 413.



Mittelhirn hin sich verjüngt. Der untere Abschnitt liegt noch über dem verlängerten Mark, der obere über der Brücke. Jenen bezeichne ich in seiner Gesammtheit als Calamusgebiet[1]), dieser umfasst den Brückentheil und den Isthmus. Auf der Gränze beider Abschnitte liegt eine schmale Querzone, welche in zwei tiefe, ventralwärts reichende seitliche Verlängerungen, die sog. Recessus laterales ausläuft. Es ist dies der Bezirk der Rautenbreite. Der Zugang zu den Recessus laterales führt um den sog. Nacken des C. restiforme herum, und seine Vorderwand erhebt sich vom Boden aus steil ansteigend. Dabei wird er vom Brücken- und insbesondere vom Flockenstiel überwölbt, welch letzterer die eigentliche Decke des Recessus lateralis bildet. Der N. cochleae erreicht das Mark unmittelbar hinter dem Recessus lateralis, von seinen fächerförmig sich ausbreitenden Bündeln tritt weiterhin ein Theil unter den Boden des Recessus und, darüber hinaus, in den Brückentheil der Rautengrube. Die in ihrem Verhalten so wechselnden

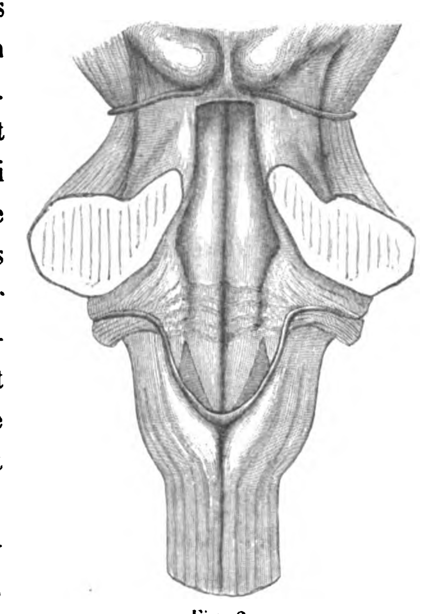


Fig. 2.
Rautengrube des Erwachsenen. Vergr. 1¹/₄.

1) Ich bezeichne hier als Calamusgebiet die gesammte von divergirenden Rändern eingefasste Strecke der Rautengrube. Bei früherem Anlass (No. 1, S. 354) hatte ich den Begriff etwas knapper gefasst, und auch diesmal bin ich im Zweifel darüber gewesen, welche Begriffsfassung die historisch berechtigte ist. Es ist nämlich nicht leicht aus der Litteratur darüber ins Klare zu kommen, welche obere Gränze die verschiedenen Autoren für den Calamus annehmen. Meistens wird nur im Allgemeinen angegeben, dass das untere sich zuspitzende Ende der Rautengrube den Namen der Schreibfeder trage. Bei Haller (Elem. Physiol. IV. 78) findet sich die Angabe, dass die in den N. acusticus übergehenden Striae medullares aus dem Calamus kommen, was für eine der obigen ähnliche, weitere Fassung des Begriffes spricht. Die unterste Region finde ich bei Burdach als Schreibfederschnabel bezeichnet (Bau und Leben des Gehirns II, S. 76); dieser Anatom sagt nämlich, dass »der Anfang der Rautengrube die Gestalt des Schnabels einer Schreibfeder besitze, indem die Seitenränder von der Spitze aus in einem kleinen Bogen nach oben und aussen verlaufen, dessen Wölbung nach innen gekehrt ist«.

Striae medullares greifen zum Theil in das Gebiet der Rautenbreite ein, zum Theil verlaufen sie an dessen unterer Gränze.

Längs des Calamusgebietes wird die Rautengrube von divergirenden Rändern begränzt. Diese bilden jederseits eine gebrochene Linie, die unteren Randhälften convergiren rascher, d. h. unter einem minder spitzen Winkel, als die oberen. Es handelt sich hierbei, wie später gezeigt werden soll, um einen durchgreifenden, schon in frühester Zeit auftretenden Gegensatz. Die beiden Hälften des Calamusgebietes sind wohl am Einfachsten nach den in sie eintretenden Hauptnerven als Vagustheil und als Acusticustheil zu bezeichnen. Beide Bezeichnungen passen allerdings nur für das Eintrittsgebiet der betreffenden Nerven, sowohl Vagus als Acusticus überschreiten ja den Calamusbezirk auf weitere Strecken hinaus.

Das dreieckige Feld des Hypoglossuskerns erstreckt sich, vom untern Ende des Vagustheiles beginnend, bis hoch in den Acusticustheil hinauf. Seine untere Hälfte wird von der grubenförmig vertieften Ala cinerea eingefasst, während die obere unmittelbar an das Tuberculum acusticum anstösst. Die Striae medullares umgreifen das obere Ende des Hypoglossusfeldes und senken sich in den Grund der medianen Längsfurche.

Der oberhalb der Breite liegende Theil der Rautengrube zerfällt in den Brückentheil und in den Isthmus[1]). Jener umfasst die Strecke, welche seitlich von den Brückenstielen begränzt ist, die

1) In der Hirnanatomie ist die Bezeichnung »Isthmus« nicht neu, sie findet sich, wenn auch keineswegs viel gebraucht, bei mehreren älteren Anatomen als Ausdruck für das Verbindungsstück zwischen Kleinhirn und Grosshirn. Bei HALLER liest man hierüber (Elem. Physiol. IV, S. 63): »Medullaris columna inter cerebrum et cerebellum posita, Isthmi nomine quibusdam claris vivis venit«, und einige Seiten später heisst es, dass die processus cerebelli ad testes (Bindearme) den Isthmus bilden helfen. RIDLEY scheint den Namen zuerst gebraucht zu haben (Anatomy of the brain, London 1695, S. 126), indessen drückt er sich in seinen Schilderungen nicht allzuklar aus. Er sagt nämlich von den Vierhügeln, dass sie oberhalb des Raumes liegen zwischen Cerebrum und Cerebellum »which space was before called Isthmus«. Die Stelle dieses »before« habe ich nicht finden können. BURDACH (Bau und Leben des Gehirns II, S. 322) führt den Namen ausdrücklich auf RIDLEY zurück. »RIDLEY, sagt er, beschreibt zuerst die Haube unter den Namen Isthmus, als den Theil der Medulla oblongata, der zwischen dem grossen und dem kleinen Hirn sich findet und an welchem die Vierhügel liegen.« Ebenso CRUVEILHIER (Traité d'Anatomie 4. Edition, Vol. III, p. 386): »On appelle quelques

Seitenwand des Isthmus wird von den Bindearmen und der Schleife gebildet. Bei der schrägen Anordnung der Brückenfaserung ruht der Isthmus zum Theil noch auf dem oberen Brückenabschnitte auf, allein wie sich bei der Betrachtung von Medianschnitten ergiebt, so ist die Verbindung beider Bildungen keine so weitgehende, als es äusserlich den Anschein hat. Die Eminentiae teretes setzen sich, in der Verlängerung der Hypoglossusleisten verlaufend, bis in den Aquaeduct herein fort. Im Isthmus liegen jenseits von den sie umfassenden Seitenfurchen unmittelbar die Bindearme. Im Brückentheil weitet sich aber die Furche zu einer breiteren Grube mit lateralwärts gekehrter stumpfer Spitze, der Fovea anterior aus. Diese Spitze der Grube erscheint als deren tiefster Theil.

Eine besondere Beachtung verdient das Tuberculum acusticum. Mit diesem Namen bezeichnete Schwalbe[1]) eine langgezogene Anschwellung des Rautengrubenbodens, welche, vom lateralen Winkel des letztern ausgehend, medialwärts durch einen gebogenen Saum begränzt erscheint. Diese Anschwellung nimmt die fächerförmig sich ausbreitenden Fasern des Schneckennerven auf. Ihr am meisten medianwärts vorgeschobener mittlerer Theil erreicht die Eminentia teres und schiebt sich sogar etwas über deren Rand hinweg. Die beiden Endabschnitte spitzen sich zu, der obere läuft lateralwärts von der Fovea superior, der untere lateralwärts von der Ala cinerea aus. Die untere Spitze erscheint vermöge ihrer Ueberkreuzung durch die Striae medullares als ein selbstständiges Dreieck, das s. Z. von Stilling für den Glossopharyngeuskern gehalten worden ist. Dem Gesagten zufolge beschränkt sich das Tuberculum acusticum nicht auf einen einzelnen der oben unterschiedenen Medullarbezirke, sein unte-

---

fois isthme de l'encéphale, avec Ridley, cette portion rétréçie et comme étranglée de la masse encéphalique, qui est intermédiaire au cerveau, au cervelet et à la moëlle, et qui comprend la protubérance, les pedoncules cérébelleux, les tubercules quadrijumeaux, les pedoncules cérébelleux moyens et la valvule de Vieussens.« Bei der hier gegebenen Definition kommen zu dem von mir am Embryonalhirne als Isthmus unterschiedenen Theile einerseits noch das Mittelhirn, andererseits die Brücke hinzu, Theile die mit einander keine embryologische Einheit bilden. In dem weiteren Sinne von Cruveilhier gebrauchen auch andere französische Anatomen das Wort Isthmus, so u. A. Sappey, welcher dem Isthmus cerebri in seinem Lehrbuche ein eigenes Capitel widmet (Traité d'Anatomie Ed. 3. Vol. III, p. 125).

1) Schwalbe No. 4. S. 420.

res Ende reicht in den Calamustheil, das obere in den Brückentheil, das Mittelstück gehört in den Bezirk der Rautenbreite.

Die fünf für den Erwachsenen beschriebenen Abschnitte des Rautenhirns scheiden sich beim Embryo grösstentheils in noch weit schärferer Weise von einander. Nur das Schaltstück macht hiervon eine Ausnahme, insofern es beim Embryo vom Calamustheil noch nicht gesondert erscheint. Die Oeffnung der Rautengrube erstreckt sich nämlich bei Embryonen des 1. und 2. Monats bis zur Höhe des Nackenhöckers und sie läuft hier spitz aus. Am ausgebildeten Gehirn erscheint aber das hintere Ende des Calamus gerundet und vom Obex überbrückt. Die Spitze des Rautenfeldes hat somit im Laufe der Entwickelung eine Verschiebung nach oben und eine gleichzeitige Abrundung erfahren. Beide Veränderungen erklären sich dadurch, dass es im Bereich des Schaltstückes zu einem secundären Zusammentreten der ursprünglich klaffenden Ränder der Rautengrube und im Grunde der Spalte sogar zu einer Verwachsung der sich begegnenden Seitenwände kommt.

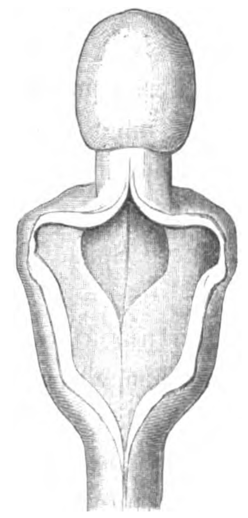


Fig. 3.
Dorsalansicht des Rautenhirns vom Embryo *Ku* (ca. 1 Monat alt). Direct nach der Natur.

Soweit diese Verwachsung erfolgt, scheidet sich, unter Aufhebung einer ursprünglichen Verbindung, die Ventrikelspalte von einem äusseren, zwischen die Clavae sich einsenkenden Schlitz. An Schnittreihen fötaler Gehirne vom 5. oder 6. Monat lässt sich die Begegnung der Spaltenränder und ihre theilweise Verwachsung sehr übersichtlich verfolgen. Das Schaltstück des Rautenhirns von Erwachsenen umfasst somit den Theil des Markes, in dessen Bereich es zu einer secundären Deckenbildung der Rautengrube gekommen ist. Ursprünglich theilte dieses Stück die Eigenschaften des Calamusgebietes und insbesondere war es auch in ihm zur Bildung einer Rautenlippe gekommen. Dadurch wird es aber verständlich, dass sich die Olive bis in das Schaltstück des verlängerten Markes herab erstreckt, denn die Rautenlippe ist, wie unten gezeigt werden soll, der Ausgangspunkt der Olivenbildung.

Ausnehmend früh gliedert sich der Calamustheil des Markes in einen untern Abschnitt mit rascher divergirenden und in einen oberen mit minder rasch divergirenden Seitenwandungen. Dies Verhalten

ist um so bemerkenswerther, als jenseits von der oberen Calamushälfte das Rohr rasch seine maximale Breite erreicht, der gegenüber sich jene beinahe wie eingeschnürt ausnimmt. Dieselbe Gliederung findet sich bei allen Wirbelthierhirnen bis zu den Selachiern und Knochenfischen herab, und gerade bei den letztern ist sie in besonderem Maasse ausgesprochen. Der Grund für die relative Einschnürung der oberen Calamushälfte liegt in den dem Gehirn hier anliegenden Gehörblasen. Durch diese Organe wird die freie seitliche Ausbreitung der Röhrenwände eingeschränkt, wie dies ein Blick auf beistehenden Holzschnitt ohne Weiteres klar machen kann.

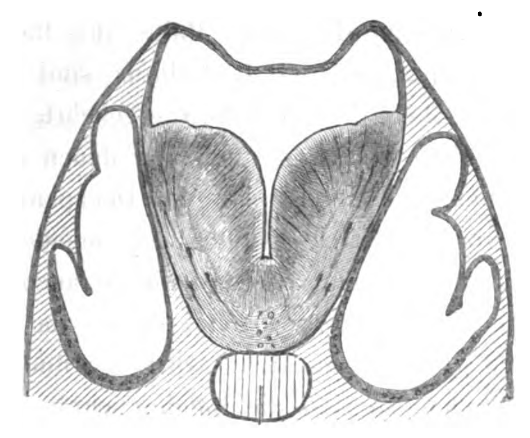


Fig. 4.
Querschnitt durch das Rautenhirn und die Gehörblasen eines Forellenembryo von 7 mm Länge. Vergr. 100.

Das durch seinen maximalen Querdurchmesser sich charakterisirende Stück der Rautenbreite tritt am schärfsten bei Embryonen aus der 1. Hälfte des 2. Monats hervor. Bei Embryonen von 4 bis 5 Wochen hat es eine Länge von $^1/_2$ bis $^3/_4$ mm und ist von annähernd parallelen, der ventralen Profillinie gleichläufigen Rändern eingefasst. Im Profil gesehen setzt es sich zu der Zeit vom Calamusgebiet durch einen stumpfen, vom Kleinhirn durch einen spitzen Winkel ab[1]). Gegen Ende der 5. Woche nähert sich dieser Winkel einem rechten. Später, und zwar noch vor Schluss des 2. Monats, nimmt der vordere Winkel zu, der hintere ab, und das Gebiet der

1) Man vergl. hierfür die Profilbilder meiner Anatomie menschl. Embryonen Taf. XIII, Fig. 5, 6 und 7 und Taf. XIV, Fig. 1, 3, 4 und 5.

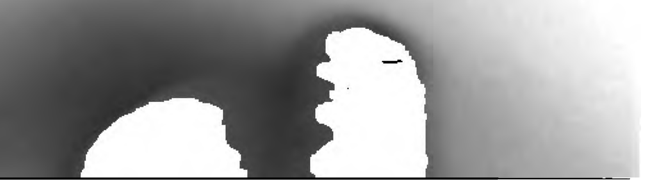
Rautenbreite rückt theilweise unter das Cerebellum. Damit nimmt es die Lage an, welche die aus ihm hervorgehenden Recessus laterales zeitlebens innehaben.

Zwischen Brücken- und hinterer Scheitelkrümmung liegt jener Abschnitt des Rautenhirns, aus dessen dorsaler Hälfte das Cerebellum, aus dessen ventraler die Brücke hervorgeht, oder das Hinterhirn im engern Sinn. Das Hinterhirn ist, als Ganzes betrachtet, ein kurzes, kegelförmig sich verjüngendes Rohr, dessen unteres Ende den Ort grösster, dessen oberes Ende denjenigen geringster Breite berührt (Fig. 3). Der scheitelwärts schräg ansteigende Boden des Hinterhirns ist der Sattelspalte zugekehrt. Die stark convergirenden dorsalen Ränder begränzen die obere Hälfte des Rautenfeldes. Infolge der starken Verjüngung des Hinterhirns sind dessen Seitenflächen zugleich nach oben, dem Mittelhirn zugekehrt, und durch eine tief einspringende Furche setzen sie sich von denen des Isthmus ab. Der Boden des Hinterhirns und seine die Deckplatte berührenden dorsalen Ränder verlaufen nicht parallel zu einander. Diese sind viel steiler aufgerichtet als jener, es ist demnach auch nicht möglich, Schnitte durch das Hinterhirn zu legen, welche dasselbe in seiner ganzen Breite rechtwinklig schneiden; wird der Boden rechtwinklig zu seiner Axe getroffen, so sind die Ränder schräg geschnitten und umgekehrt.

Der Isthmus des embryonalen Gehirns erscheint als ein kurzer, enger und seitlich etwas abgeplatteter Röhrenabschnitt; aus dem Hinterhirn entwickelt er sich mit conischer Verjüngung; vom Mittelhirn setzt sich seine Decke frühzeitig durch einen scharfen Einschnitt ab. Mit fortschreitender Entwickelung des Gehirns wird der Isthmus mehr und mehr von den mächtiger wachsenden Nachbargebilden, dem Kleinhirn und den Vierhügeln, überlagert.

Die Axenkrümmung des Rauten- und Mittelhirns.

Die bekannten Hauptkrümmungen des Rauten- und Mittelhirns sind: die Nacken-, die Brückenkrümmung und die beiden Scheitelkrümmungen. Hierzu kommen weiterhin noch einige Krümmungen untergeordneter Art, die ich gleich besprechen werde



Die Scheitelkrümmungen gehen beim menschlichen Embryo in ihrer Entwickelung allen übrigen voraus. Schon zu Ende der 3. Woche bildet das Grosshirn mit dem Rautenhirn einen annähernd rechten Winkel und im Verlauf der 4. und 5. Woche nimmt die Biegung so sehr zu, dass die Basis des Zwischenhirns und diejenige des Rautenhirns in längerer Ausdehnung einander zugekehrt und nur durch einen schmalen Spaltraum, die Sattelspalte, von einander

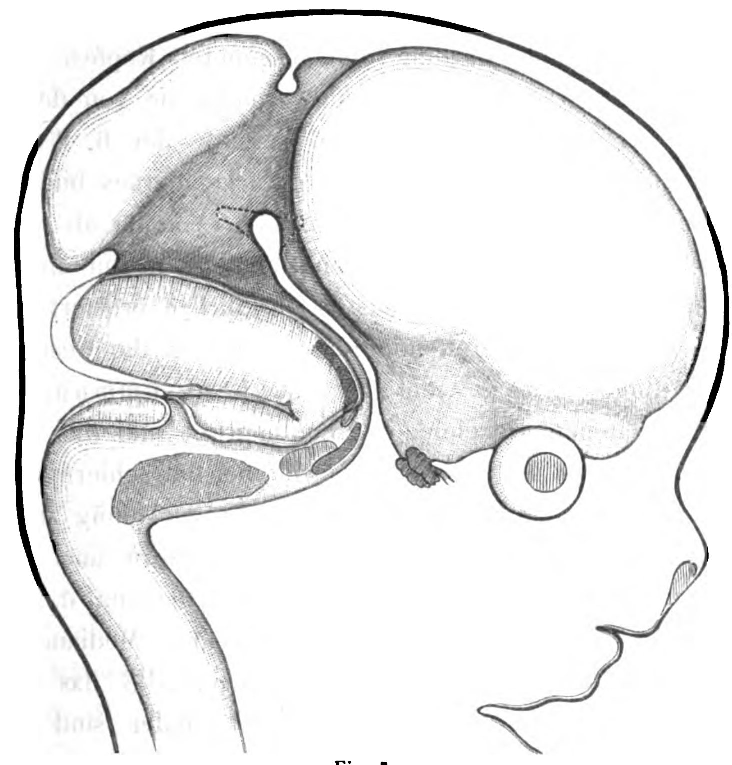


Fig. 5.

Profilconstruction eines 8wöchentlichen Embryo (Mr). Vergr. 8. Die beiden Buchten der Fossa Tarini, wie sie im Medianschnitt auslaufen, sind punktirt dargestellt. Die Ausdehnung der Deckplatte, bez. der Ort der Taenia ist am Gehirn durch ein Doppelcentrum angegeben. Die Kerne von unterer und oberer Olive, von Facialis und der zackige Brückenkern sind dem Hirnprofil eingezeichnet.

getrennt erscheinen. Die bis beinahe zur Berührung zusammengeschobenen Theile umfassen: vorn die Strecke vom Mammillarhöcker bis zur Trichterspitze, hinten das Gebiet der späteren Brücke. Am oberen Ende der Sattelspalte erhält sich eine von der Basis des Mittelhirns überdachte Bucht, welche mit einer vorderen Ausweitung in die Supramammillargrube, mit einer hinteren in den über der Brücke liegenden Winkel der Scheitelwölbung ausläuft. Die Bucht bleibt am ausgebildeten Gehirn als Fossa Tarini bestehen, und sie

behält ihren primären Charakter bei, insofern sie auch da in zwei winklige Gruben, eine vordere und eine hintere, ausläuft. Die über dem Mammillarkörper liegende Grube ist aus der vordern, die über der Brücke befindliche aus der hintern Scheitelkrümmung hervorgegangen. Beide treten an Medianschnitten des Gehirns sehr ausgeprägt hervor und sie entsprechen in ihrer Lage genau den Gruben, welche das Embryonalgehirn im Laufe des 2. Monats zeigt[1]).

Die Nackenkrümmung des Markrohres entwickelt sich entsprechend der Vornüberbiegung des gesammten Kopfes. Am Ende der 3. Woche noch mässig ausgebildet, nimmt sie von da ab rasch zu und sie erreicht ihr Maximum im Verlaufe der 6. Woche. Die Axe des verlängerten und diejenige des Rückenmarkes bilden zu der Zeit mit einander einen Winkel von ca. 65°. Von da ab richtet sich der Kopf wieder auf und die Nackenkrümmung nimmt ab, ein Verhalten, das ich bei früheren Anlässen ausführlich erörtert habe[2]).

Eine besonders tiefgreifende Bedeutung für die Gestaltung des gesammten Rautenhirns gewinnt die Brückenkrümmung. Sie bestimmt die Breitenentwickelung der Rautengrube und die Ausbildung des Kleinhirns. Wo sie schwach ist (wie bei Batrachiern und Cyclostomen), da bleibt das Kleinhirn in seiner Entwickelung zurück, und umgekehrt setzt eine starke Ausbildung des letztern auch eine ausgiebige Brückenkrümmung voraus[3]). Bei Beurtheilung der Brückenkrümmung ist der Bogen der Hirnaxe in der Medianebene auseinander zu halten von demjenigen, welchen die das Rautenfeld begränzenden Ränder bilden. Die Seitenränder sind durchweg stärker gebogen als die mediane Axe. Ich habe versucht, für Embryonen der ersten zwei Monate einige Winkelbestimmungen auszuführen. Solche Bestimmungen können nur Annäherungswerthe liefern,

1) Bei der Deutlichkeit, mit welcher die beiden zwischen Brücke und Mammillarkörper liegenden Buchten an jedem mediangeschnittenen Gehirn hervortreten, sind dieselben auch von allen besseren Abbildungen berücksichtigt. Am schärfsten finde ich dieselben bei BURDACH No. 13, Taf. XIII und bei REICHERT No. 14, Bd. I, Taf. X wiedergegeben. Letzterer Anatom bezeichnet die hintere Bucht als »schwärzliche Grube«.

2) Anatomie menschl. Embryonen Heft 2 u. Heft 3. Man vergl. besonders die Taf. X und deren Erklärung.

3) Diese Verhältnisse finden sich auseinandergesetzt in dem Aufsatz über die Gliederung des Gehirns. Verh. der naturf. Ges. in Basel, Bd. IV, 1869.

denn abgesehen von den Ungenauigkeiten, die allenfalls bei Reconstruction von Gehirnen sich einschleichen, ergiebt sich eine Schwierigkeit scharfer Bestimmungen darin, dass die Schenkel der zu messenden Winkel keine gestreckten, sondern geschwungene Linien sind. Ich stelle in der nachfolgenden kleinen Tabelle nur solche Werthe zusammen, deren Bestimmung voraussichtlich mit keinen grösseren Fehlern behaftet ist. Allzu unscharf bestimmbare Werthe, wohin u. a. die Werthe für die Embryonen der 6. und 7. Woche gehören, lasse ich weg. Alle Winkel sind auf eine Sagittalebene projicirt gedacht.

Annäherndes Alter.					Medialer Brückenwinkel.	Lateraler Brückenwinkel.	Winkel der hinteren Scheitelkrümmung.
3	Wochen	Embryo	*Lr*	(Constructionszeichnung)	140°	115°	120°
4	-	-	*Br* 3	(-)	133°	—	—
$4^1/_3$	-	-	*KO*	(-)	128°	—	—
$4^1/_2$	-	-	*N*	(-)	127°	—	50°
-	-	-	*Rm*	(durchsichtiges Profil)	124°	80°	50°
5	-	-	*Sch*	(Constructionsbild)	110°	70°	—
7	-	-	*FM*	(Sagittalschnitt)	78°	0°	33°
8	-	-	*Mr*	(Constructionsbild)	68°	0°	30°

Es ergiebt sich, dass der Werth des lateralen Brückenwinkels (d. h. des Winkels, den die Sagittalprojectionen der Seitenränder des Rautenhirns bilden) erheblich rascher abnimmt, als der des medianen Brückenwinkels. Vom Ende der 7. Woche an legen sich Cerebellum und Medulla oblongata in grösserer Ausdehnung an einander an; der laterale Brückenwinkel wird dadurch = 0. Allerdings berühren sich hierbei nicht die äussersten Ränder der beiderseitigen Flügelplatten, sondern mehr medialwärts liegende Theile dieser letztern, ein Verhalten, welches mit der unten zu besprechenden Entwickelung der Rautenlippe zusammenhängt.

Sehr ausgiebig ist auch die Abnahme des hintern Scheitelwinkels, und da Brücken- und Mammillargegend vom Beginn der 5. Woche ab sich nahezu berühren, so muss voraussichtlich der Zuschärfung des hinteren Scheitelwinkels eine Oeffnung des vorderen entsprechen. Eine Messung des letzteren Winkels ist indessen nicht gut möglich, weil der Mammillarhöcker die Feststellung eines vorderen Winkelschenkels nicht zulässt.

Alle die oben aufgeführten Winkel öffnen sich in der Folge wieder: Im Beginn des 4. Monats liegt die Brücke wieder nahezu

in der Flucht der Medulla oblongata, mit dieser nun einen stumpfen Winkel bildend, und ebenso erscheinen zu der Zeit die Hirnschenkel von der Brücke verhältnissmässig schwach abgebogen. Das Kleinhirn liegt dem verlängerten Mark allerdings bleibend an, allein auch für dieses ist die spätere, aus der Richtung der Brückenstiele zu entnehmende Axenstellung eine offenere, als im Beginn des 3. Monats.

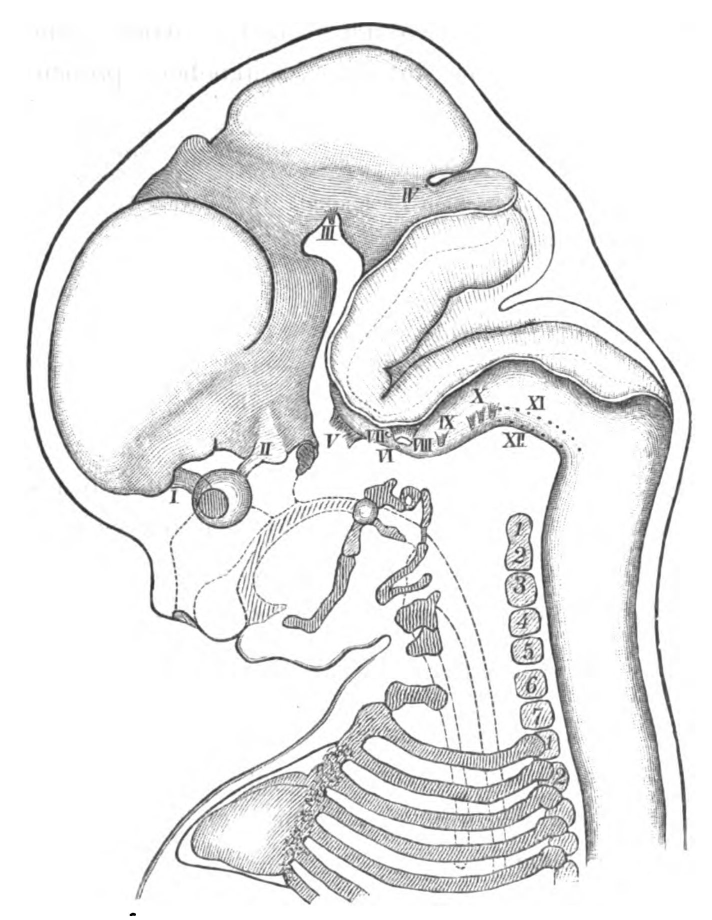


Fig. 6.

Sagittales Constructionsbild eines 10wöchentlichen Embryo (*My*). Vergr. ca. 7. Die Deckplatte der Rautengrube ist durch feine Schraffirung angegeben. Die Doppellinie bezeichnet die Anheftungslinie der Taenia, die feine punktirte Linie den Grund der äusseren Lippenfurche.

Zu den eben betrachteten Hauptkrümmungen des Rautenhirns und seiner Nachbartheile kommen gegen die Mitte des 2. Monats einige fernere Biegungen hinzu, die einer kurzen Betrachtung werth sind. Ich verweise auf beistehende Figur 6 und bemerke, dass die hier verzeichneten Verhältnisse für die Entwickelungsstufe durch-

aus typische sind. Längs der ventralen Profillinie des Gehirns folgt auf die dorsalwärts convexe Nackenkrümmung eine zweite, etwa der halben Calamuslänge entsprechende stumpfe Biegung, deren Winkel gleichfalls dorsalwärts sieht. Weiterhin kommen zwei ventralwärts convexe Biegungen, eine stumpfere hintere und eine minder stumpfe vordere. Letztere ist der eigentliche Brückenwinkel, welcher sich durch seine Lage am Eingang der Sattelspalte und dadurch charakterisirt, dass an ihm der N. trigeminus in's Gehirn eintritt. Der hintere von den beiden Winkeln liegt noch vor dem Beginn des Brückengebietes, wie sich aus seiner Lage zu den Nervenaustrittsstellen ergiebt. Beide an der Medulla oblongata auftretende secundäre Krümmungen besitzen nur vorübergehende Existenz und schon zu Ende des 2. Monats verlieren sie sich wieder (Fig. 5).

Vom oberen Rand des Brückengebietes gränzt sich der Isthmus durch eine dorsalwärts convexe Biegung ab und durch eine ebensolche vom Mittelhirn. Letztere Biegung ist die mehrfach besprochene hintere Scheitelkrümmung. Der Isthmus selber zeigt sich leicht ventralwärts ausgebogen[1]). Beachtenswerth erscheint am Mittelhirn die Verschiebung der ventralen gegen die dorsalen Gränzen. Die hintere Scheitelkrümmung liegt anscheinend unter der Mitte des Mittelhirndaches, und die Bucht der vorderen Krümmung erscheint ihrerseits in die Rückwand des Zwischenhirns vorgeschoben.

Das menschliche Rautenhirn zeigt auf frühen Entwickelungsstufen (Ende des 1. Monats), gleich dem von anderen Wirbelthierembryonen in seiner Seitenwand ein System von schrägen Falten, von welchen einige hinter der Brückenkrümmung liegen, andere vor derselben. An tadellos erhaltenen Embryonen sind diese Falten durch die Decke der Rautengrube hindurch sichtbar, sie treten aber auch an geeigneten Durchschnitten und an sorgfältig ausgeführten Plattenmodellen zu Tage. Sie sind beim menschlischen Embryo nur niedrig, mit ihrem lateralen Ende schneiden sie in den freien Medullarrand ein, während ihr mediales Ende die mittlere Bodenfurche des Marks erreicht. Im Ganzen lassen sich vier hintere und zwei vordere Falten unterscheiden. Inwieweit dieselben in der bleibenden

1) Man vergleiche hierfür auch Taf. I.

Organisation des Marks Spuren hinterlassen, das bedarf noch besonderer Untersuchungen.

Die Längszonen des Rautenhirns und die Rautenlippe.

Der Querdurchschnitt des Rautenhirns besitzt, wenn wir von dem Isthmus absehen, während gewisser Zeit eine fünfeckige Grundform: die beiden dicken Seitenwandungen des Rohres treffen an der Basis in einer Längskante zusammen und sind hier durch eine schmale Bodenplatte verbunden. An jeder Seitenwand scheidet sich die ventrale von der dorsalen Hälfte oder die Grundplatte von der Flügelplatte durch eine Knickung. Die beiden Grundplatten divergiren lateralwärts, während die Flügelplatten eine Zeit lang steil aufgerichtet und unter sich mehr oder minder parallel gestellt erscheinen; die dorsalen Ränder beider Flügelplatten gehen unter rascher Verjüngung in eine dünne Epithellamelle, die Deckplatte über, welche von hintenher die Rautengrube überwölbt. Die allmähliche Entwickelung dieser Grundform habe ich in einer früheren Arbeit besprochen, auf welche hier verwiesen werden kann [1]). Die Grund- und die Flügelplatte sind der Lichtung zu convex gewölbt, sie bilden daher zwei breite Längsleisten, die Grundleiste und die Flügelleiste. Zwischen den beiden Grundleisten verläuft in der ganzen Länge des Rautenhirns eine tiefe Medianfurche. Die im vorigen Abschnitt erwähnten Faltensysteme der Seitenwand kreuzen zur Zeit ihres Bestehens die beiden Längsleisten in schräger Richtung, leichte Anschwellungen derselben bedingend; dies Verhalten tritt auch an Plattenmodellen der betreffenden Entwickelungsstufen sehr klar zu Tage.

In eben dem Maasse, als die Brückenkrümmung zunimmt und das Rautenhirn sich verbreitert, legen sich die Flügelplatten zur Seite und im Gebiete der Rautenbreite kommt es schon am Ende der 5. Woche so weit, dass eine von der Grund- zur Flügelleiste gezogene Linie lateralwärts abfällt, d. h. dass die Grundleiste höher steht, als die Flügelleiste [2]). Von der Rautenbreite aus schreitet die Seitwärtslegung der Flügelplatten in das Calamusgebiet fort bis in die Nähe

1) No. I, S. 353 u. ff.
2) Für ein späteres Stadium zeigt dies Taf. III.



seiner Spitze. Im Gebiete des Kleinhirns bleibt dagegen die mediale Hälfte der Flügelplatten steil aufgerichtet, ohne sich jemals zur Seite zu legen.

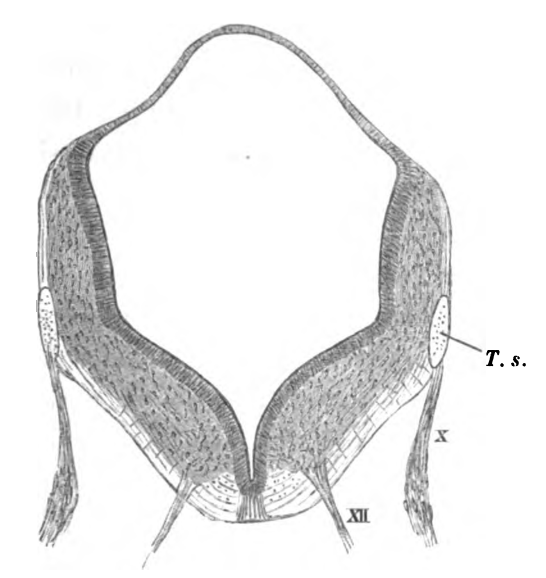


Fig. 7.
Querschnitt durch das Rautenhirn vom Embryo *Ko* (Nl. 10,2 mm). Vergr. 40.

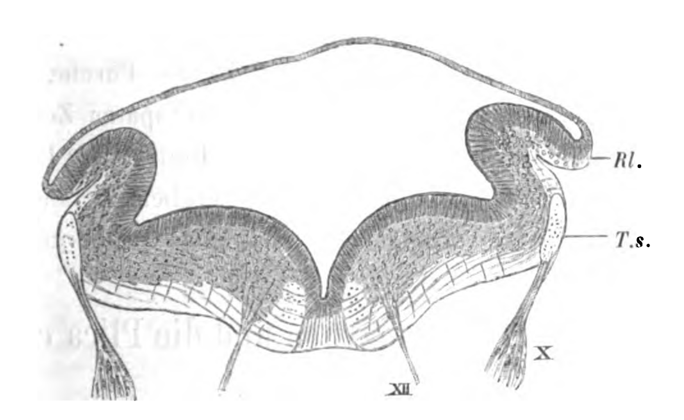


Fig. 8.
Querschnitt durch das Rautenhirn vom Embryo *Ru* (Nl. 9,1 mm). Vergr. 40, *Rl.* Rautenlippe, *T.s.* Tractus solitarius.

Im Verlauf der 5. Woche kommt es zur Umkrempung des dorsalen Randes der Flügelplatten und zur Bildung der Rautenlippe. Die Rautenlippe erstreckt sich jederseits von der Höhe des Nackenhöckers ab bis zum Isthmus, stellenweise breiter, stellenweise schmaler werdend. Von der Mitte des 2. Monats ab findet man in der Hin-

sicht Folgendes: Die Lippe beginnt an ihrem unteren Ende schmal, nimmt dann beim Uebergang auf das Calamusgebiet rasch zu und erreicht noch in dessen unterer Hälfte ein erstes Maximum. Im Bereich der Rautenbreite ist die Lippe wieder schmal, dann aber erreicht sie am Cerebellum ihre bedeutendste Breite und sie schiebt sich über die davor liegenden Theile hinweg. Unterhalb des Isthmus die Decke des Hinterhirns erreichend, verjüngt sie sich rasch und läuft zugespitzt aus (Fig. 6).

Der laterale Schenkel der Rautenlippe setzt sich in die Deckplatte fort und sein verjüngter Übergangstheil bildet die Taenia. Eine dorsalwärts gekehrte Furche, die innere Lippenfurche, trennt die der Rautengrube zugewendete Flügelleiste von der Taenia und der Deckplatte. Eine zweite Furche öffnet sich basilarwärts an der äusseren Oberfläche des Rautenhirns, als äussere Lippenfurche. Sie trennt den aufgerichteten Wangentheil vom Lippentheil der Flügelplatte. Diese Furche schliesst sich in der Folge grossentheils durch Verwachsung der einander zugekehrten Wandflächen, und nun können, wie unten gezeigt werden soll, stellenweise Fasern und Zellen durch die neu entstandene Verwachsungsbrücke hindurch treten. Die Verwachsung der äusseren Lippenfurche geschieht nicht überall gleichzeitig: im Bereiche des Kleinhirns ist die Furche ganz besonders tief, hier tritt die Verwachsung erst in später Zeit ein, während sie im Calamusgebiet schon bald nach Eintritt der Lippenbildung erfolgt. Dafür ist die Verwachsung am Cerebellum eine bleibende, während sie sich am verlängerten Mark nur vorübergehend erhält.

Die Deckplatte der Rautengrube und die Plica chorioidea.

Die epitheliale Deckplatte spannt sich noch in der Zeit der 5. Woche mit hoher Wölbung über die lang sich hinziehende Rautengrube hinweg. Von der Mitte des 2. Monats ab rücken sich, mit zunehmender Brückenkrümmung, die dorsalen Flächen des verlängerten Markes und des Kleinhirns bis zur theilweisen Berührung entgegen, und nun bildet auch die Deckplatte eine zwischen diese Theile einschneidende Falte. Ich bezeichne diese Falte als Plica chorioidea, andeutungsweise ist sie schon vor der 6. Woche vorhanden, und sie äussert sich in der Seitenansicht als eine leichte



Einsenkung des dorsalen Profils[1]). Nach voller Ausbildung reicht die Adergeflechtfalte bis zum Rand der Rautenlippe, den sie in schräger Richtung kreuzt (Fig. 5 und Fig. 6). Sie hat somit die Gestalt eines halbmondförmig gegen die Ventrikellichtung hereinragenden Bogens und sie scheidet eine sackartig das Kleinhirn umgebende Hülle von einer solchen, welche die hintere Hälfte der Rautengrube überdacht. An den beiden Fusspunkten der Adergeflechtfalte rückt die Abgangsstelle der Taenia mehr und mehr nach dem Ventrikel hin, anstatt der ventralwärts umgebogenen Rautenlippe bildet sich ein

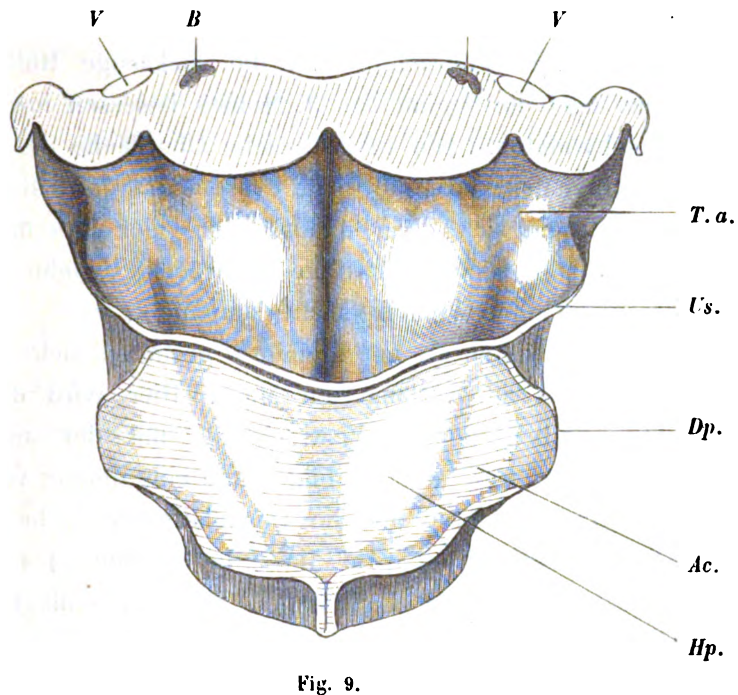


Fig. 9.

Boden der Rautengrube vom 7wöchentl. Embryo *Mr.* Constructionsbild. Vergr. 15. Die hintere Hälfte ist von der Deckplatte unmittelbar überspannt, die Adergeflechtfalte erscheint an der Figur als ein etwas gebogener zweiblättriger Querstreifen. An beiden Fusspunkten der Falte ist die Taenia gegen den Ventrikel zwickelartig eingezogen. *Hp.* Hypoglossushügel, *Ac.* Ala cinerea, *T. a.* Tuberculum acusticum. *Us* Umschlagsfalte in die Hülle des Kleinhirns.

medialwärts vortretender häutiger Zwickel, der auch auf späteren Stufen fortbesteht und auf dem Wege makroskopischer Präparation leicht nachzuweisen ist. Im Seitentheil der Adergeflechtfalte kommt es zur Bildung kurzer Epithelzöttchen, dieselben entwickeln sich zu-

1) Diese Einsenkung ist an gut erhaltenen Präparaten constant. Man findet sie dargestellt in den Figuren meiner Anatomie menschl. Embryonen Taf. XIII, Fig. 5—7, Taf. XIV, Fig. 1 und Fig. 3—5 und Taf. X, Fig. 15—21.

nächst in der dem Kleinhirn zugewendeten Faltenschicht und breiten sich von da längs der Seitenwand des oberen Epithelsackes aus.

Die Ansatzlinie der Deckplatte wird ursprünglich ringsherum vom umgeschlagenen Saume der Rautenlippe, der primären Taenia, gebildet. Am verlängerten Mark verläuft die Linie am ventralen Rand der Seitenfläche; am Kleinhirn folgt sie dem von der Rautengrube abgewendeten Rande des Organes. Dieses Verhalten ändert sich in der Folge: die Oberfläche des Kleinhirns verwächst mit dem sie berührenden Theil der Deckplatte, an Stelle der primären, vor dem Cerebellum befindlichen Taenia, entsteht eine secundäre, vom hinteren Rande sich ablösende, und die sackartige Hülle, welche das Kleinhirn noch im Beginn des 3. Monats besessen hat, ist später spurlos verschwunden. Die ursprüngliche Oberfläche des Kleinhirns war eine intraventriculäre, die spätere ist extraventriculär und die Umbildung vollzieht sich eben dadurch, das der betreffende Theil der Deckplatte auf seiner Unterlage festwächst, wodurch die das Cerebellum umgebende Ventrikelspalte schwindet.

Etwas verwickelter als am Kleinhirn gestalten sich die bezüglichen Verhältnisse am verlängerten Mark. Hier wird die Rautenlippe nach vorübergehender Verwachsung mit der anstossenden Wandfläche wieder frei, und sie bildet nun eine dünne, ventralwärts ausgebogene Platte, deren in die Deckplatte übergehender Theil kleine Zöttchen entwickelt (Taf. II). Im Verlauf des 3. Monats richtet sich der Rand der Rautenlippe auf und schlägt sich ventrikelwärts um, so dass nun der zottentragende Theil der Deckplatte über die Rautengrube zu liegen kommt. Später wird auch hier die das Corpus restiforme umgebende Gewebsplatte mit ihrer Unterlage verlöthet, so dass gleich jenseits der secundären Taenia der zottentragende Theil der Deckplatte beginnt.

Bei den eben beschriebenen Veränderungen verliert sich jener Nebenraum des Ventrikels, den wir oben als innere Lippenspalte kennen gelernt hatten. Nur an einer Stelle erhält er sich zeitlebens: die im Gebiet der Rautenbreite vorhandenen Recessus laterales zeigen nämlich das unveränderte primäre Verhalten einer lateralwärts vom Flügelwulst herabsteigenden Spalte. Die Rautenlippe hat hier ihre ventrale Ausbiegung bewahrt und ist an der anstossenden Markwand haften geblieben.

Die ausgebildete Rautengrube in ihren Beziehungen zur embryonalen.

Die Wand des embryonalen Rautenhirns bildet, wie wir oben gesehen haben, zwei gegen die Lichtung vorspringende Paare von Längswülsten, die Grundleisten und die Flügelleisten. Die beiden Grundleisten sind durch eine tiefe Medianfurche von einander geschieden, während sie sich von den Flügelleisten durch eine in ihrer Entwickelung wechselnde Seitenfurche abheben. Es ist nicht schwer am ausgebildeten Gehirn die primären Leisten und Furchen wieder aufzufinden: neben der medianen Längsrinne ziehen sich von der Öffnung des Centralkanals ab bis zu dem Eingang des Aquäductes die beiden Grundleisten. Anfangs schmal beginnend, nehmen sie bis in die Höhe der Striae medullares an Breite zu, behalten aber von da ab bis zum oberen Ende der Rautengrube annähernd dieselbe Breite bei. In der Anatomie bezeichnet man sie bekanntlich als die Eminentiae teretes. Seitlich gränzen sie sich durch ein nicht ganz ununterbrochenes System von Längsfurchen ab, welche aus den primären Seitenfurchen abzuleiten sind. Diesem System von Seitenfurchen gehören die beiden Gruben, die Fovea posterior der Ala cinerea und die Fovea anterior an, und als ihr oberstes Ende erscheint der scharfe Einschnitt zwischen der Eminentia teres und dem Bindearm. Am wenigsten vertieft sich die Seitenfurche da, wo die Eminentiae teretes an ihr Tuberculum acusticum anstossen, und die von diesem hinübertretenden Striae acusticae aufnehmen. Das Tuberculum acusticum verdankt seine besondere Hervorwölbung den durch den Schneckennerven dem Gehirn zugeführten Fasern, und als secundär entstandene Bildung verwischt es, in allerdings geringem Maasse, die primäre Gliederung. Am meisten tritt dies hervor in den Beziehungen zum grauen Kern der Ala cinerea, welcher wie dies Stilling vor vielen Jahren dargethan hat, vom Acusticushügel (dem Glossopharyngeuskern nach Stilling) in die Tiefe gedrängt wird[1]. Die Alae cinereae nebst den grauen Massen der Corpora restiformia stammen von den Flügelplatten ab, weiter oben

1) Stilling No. 5. Taf. VII.

geht aus diesen das Kleinhirn hervor und noch weiter die Bindearme. Die Geschichte der aus den Flügelplatten hervorgehenden Theile bietet besondere Verwickelungen, auf welche ich, soweit sie das verlängerte Mark betreffen, im Nachfolgenden eingehen werde.

Histologische Gliederung des Rautenhirns, Markgerüst, Septum Medullae und Deckplatte.

Die histologische Gliederung des Rautenhirns ist im Allgemeinen dieselbe, wie diejenige des übrigen Medullarrohres, und ich kann hiefür auf meinen vorjährigen Aufsatz über die Neuroblasten verweisen. Gegen Ende der 4. Woche (bei Embryonen von 6—7 mm Nl) haben sich die ursprünglichen Epithelzellen bereits zum Markgerüst umgebildet, und dieses durchsetzt das gesammte Querschnittsfeld. Die innerste und die äusserste Zone des Gerüstes, die Säulenschicht und der Randschleier sind kernfrei; die Mittelschicht umschliesst, gedrängt beisammen liegend, die kernhaltigen Spongioblastenleiber. Entsprechend der ursprünglichen Anordnung der Epithelzellen sind in dieser frühen Zeit die Hauptbestandtheile des Spongiosalagers radiär angeordnet. Die innersten Säulenfasern stehen senkrecht oder nur wenig geneigt zur Ventrikelfläche, dieselbe Richtung zeigen die Leiber der Spongioblasten und die von diesen ausgehenden Hauptbalkenzüge des Randschleiers. Nur an den zugeschärften Rändern der Flügelplatten sind schon jetzt die äusseren Enden der Spongiosabalken etwas ventralwärts abgebogen. Die radiär angeordneten Hauptfaserzüge des Markgerüstes können wir zur Unterscheidung von der übrigen Schwammsubstanz als die S t r a h l e n des Gerüstes bezeichnen. Von ihnen gehen im Bereiche des Randschleiers zahlreiche Nebenbälkchen ab, welche im Allgemeinen senkrecht zu den Axen der Hauptbalken stehen, in ihrer Gesammtheit bilden sie daher ein Fasersystem, welches in concentrischen Bogen parallel zur Aussenfläche des Markes angeordnet erscheint.

Die Dicke der verschiedenen Schichten ist von Anfang ab ungleich, die Säulenschicht und der Randschleier sind schmal, die Spongioblastenschicht erheblich breiter. So messe ich z. B. bei dem ca. 6 mm langen Embryo *T* an der Grundplatte des Calamusgebietes:

die mittlere Dicke der Säulenschicht zu 0,03 mm
\- - - - Spongioblastenschicht - 0,14 -
\- - - des Randschleiers - 0,035 -

Die Gesammtdicke somit etwas über 0,2 mm

Rasch nimmt mit fortschreitender Entwickelung die Dicke, sowohl der kernhaltigen Schicht als die des Randschleiers zu, während die Säulenschicht als selbstständige Bildung schwindet.

Bei dem 10,2 mm langen Embryo *Ko* beträgt, an der Grundplatte gemessen, die mittlere Dicke der zellenhaltigen Schicht 0,22 mm
\- - - des Randschleiers 0,065 -

Gesammtdicke 0,285 mm

Bei dem 13,8 mm langen Embryo *Sch*:
die mittlere Dicke der zellenhaltigen Schicht 0,6 mm
\- - - des Randschleiers 0,16 -

Gesammtdicke 0,76 mm

Bis zu Ende des 2. Monats (Embryo *Mr*) hat die Grundplatte des Calamusgebietes an der entsprechenden Stelle eine Dicke von 1,5 mm angenommen, und in der nachfolgenden Zeit schreitet die Dickenzunahme noch stetig weiter. Dabei sind der zellenfreie Randschleier und die Spongioblastenschicht in gleicher Weise betheiligt, und trotz nachweisbarer reichlicher Einwanderung von Neuroblasten lockert sich das Gefüge beider Wandbestandtheile mehr und mehr auf. Die Ausbreitung des Gerüstes geschieht eben durch Verlängerung der einzelnen Balken, wobei, wenigstens in der hier in Rede stehenden Zeit, die zwischen den Balken vorhandenen Maschenräume an Weite gewinnen.

Das Schwinden einer selbstständigen, kernfreien Säulenschicht hängt zum Theil ab von der lebhaften Entwickelung von Keimzellen und von Neuroblasten in den Lückenräumen der Schicht, zum Theil aber auch von einem Vorrücken ächter Spongioblastenkerne in dieselbe. Neben den Theilungsfiguren der Keimzellen sieht man nämlich bei Embryonen der 5. Woche auch solche, welche im Inneren von Spongioblasten liegen. Sie sind von den ersteren unschwer zu unterscheiden, einestheils durch die nach zwei Seiten sich verlängernde Form der Zellen, denen sie angehören, und anderntheils durch ihre abweichende Lagerung. Die Theilungsfiguren der Keimzellen liegen

bekanntlich neben einander und deren Theilungsebene steht senkrecht zur Ventrikelfläche. Die sich theilenden Spongioblastenkerne aber pflegen hinter einander, oder genauer bestimmt, schräg zu einander, der eine der Ventrikelfläche etwas näher als der andere, zu liegen.

Während die Säulenschicht aufhört, von der Spongioblastenschicht getrennt zu sein, macht sich in dieser der Gegensatz geltend zwischen einer compacten Innenschicht und einer minder dichten Mantelschicht; letztere charakterisirt sich, abgesehen von ihrem lockeren Gefüge, durch ihren Gehalt an ausgebildeten Neuroblasten und an Nervenfasern. Sie wird im Laufe der Entwickelung immer breiter, und zwar auf Kosten der Innenplatte, welche ihrerseits mehr und mehr sich verschmälert. Am frühesten vollzieht sich der Auflockerungsprocess der zellenhaltigen Randschichten im Bereiche der Grundplatte, während derselbe in der Flügelplatte nur sehr langsam fortschreitet. Eine dünne Mantelschicht sondert sich zwar auch hier frühzeitig ab, aber die Hauptmasse der Platte behält durch lange Zeit hindurch ein sehr compactes Gefüge, und sie fällt daher an gefärbten Schnitten schon bei schwacher Vergrösserung durch ihre dunkle Beschaffenheit auf.

Als letzter Rest der compacten Innenplatte erhält sich jener innere Theil des Spongioblastenlagers, den wir als Ventrikelepithel zu bezeichnen pflegen. Das Auslaufen der sog. Epithel- oder Ependymzellen in Fasern, welche die Dicke der Markschichten durchsetzen, ist von Langem her bekannt, und es erscheint uns dies Verhalten jetzt, da wir wissen, dass ursprünglich jede Epithelzelle die ganze Dicke der Wand durchsetzt hat[1]), in einem anderen Licht als zu der Zeit, da man die organische Zusammengehörigkeit der sogen. Epithelzellen mit dem übrigen Markgerüst nicht kannte.

---

1) Zu vergl. Neuroblasten S. 332 u. ff., wo auch die Verdienste HENSEN's um diese Auffassung gewürdigt sind. Das Recht des sog. Ventrikelepithels auf seinen Namen ist anfechtbar. Für den Namen lassen sich die am ausgebildeten Mark scharfe optische Abgränzung der Schicht und ihr Wimperbesatz anführen. Dagegen spricht der Umstand, dass dieselbe nicht ein Lager für sich bestehender Zellen umfasst, sondern nur die innern, theilweise kernhaltigen Enden von langgestreckten, durch die ganze Markdicke hindurchreichenden Elementen. Bequemlichkeitsgründe mögen den bisherigen Wortgebrauch rechtfertigen, entwickelungs-



Eine besondere Besprechung verdient die Umbildung der Bodenplatte des Rautenhirns zum Septum medullae bez. zum Lager der Raphe. Schon von früh ab erscheinen am Boden der Medianrinne die Epithelzellen, bez. deren Abkömmlingen, die Spongioblasten dicht zusammengedrängt, mit ihren ventralen Fortsätzen leicht fächerförmig divergirend. Von Keimzellen ist zwar die Bodenplatte nicht ganz frei, jedenfalls aber ist sie sehr arm an solchen. Die Keimzellen der Seitenwandungen treten bis dicht an den Rand der Bodenplatte heran, in dieser selber pflegt aber in der Mehrzahl der Fälle die Säulenschicht frei von Einlagerungen zu sein; hier und da finden sich unzweifelhaft innerhalb der Bodenplatte einzelne schön entwickelte Keimzellen mit Mitosen. Es sind dies Elemente, welche meines Erachtens bestimmt sind, späterhin in die Seitengebiete überzutreten und sich deren Neuroblasten beizugesellen. Das Dickenwachsthum der Bodenplatte[1]) erfolgt gleichfalls stätig, aber es bleibt hinter dem der anstossenden Grundplatten nicht unerheblich zurück. Als Folge hiervon ergiebt sich einerseits eine zunehmende Vertiefung der dem Ventrikel zugekehrten Medianfurche, andererseits die Bildung einer medianen Rinne auch an der ventralen Fläche des Rautenhirns. Letztere Rinne erscheint im Vergleich zur ersteren nur sehr seicht, ist aber gleich dieser im ganzen Verlaufe des Rautenhirns nachweisbar.

Vom Grunde der dorsalen bis zu dem der ventralen Medianrinne erstreckt sich ein dichtes Büschel von Fasern, von denen die mittleren genau sagittal verlaufen, während die mehr seitlich liegenden ventralwärts etwas divergiren. Die Breite dieses medianen Faserbüschels nimmt daher von Innen nach auswärts an Breite etwas zu. Die zu dem Fasersystem gehörigen kernhaltigen Spongioblasten-

geschichtlich ist es gerechtfertigt, mit Hensen die Markplatte in ihrer ganzen Dicke als ein modificirtes Epithel aufzufassen. Es ist wieder einmal einer von den Fällen, wo sich den Thatsachen gegenüber unsere schematisirten Begriffe als unzureichend erweisen. Der Ausdruck Ependymzellen vermindert das Dilemma und ich werde ihm daher den Vorzug geben.

1) Die Dicke der Bodenplatte bestimme ich im Calamusgebiete:

bei	Embryo	*T*	zu	0,08	mm
-	-	*Ko*	-	0,11	-
-	-	*Sch*	-	0,27	-
-	-	*Mr*	-	1,1	-

leiber sind grossentheils nach Art eines Cylinderepithels längs der Ventrikeloberfläche zusammengedrängt, vereinzelt finden sie sich indessen durch die ganze Tiefe der Schicht verbreitet. Laterale Fortsätze der einzelnen Gerüstfasern finden sich besonders in der Nähe der ventralen Oberfläche.

Die aus den Epithelzellen der Bodenplatte hervorgegangene mediane Faserlage bezeichne ich als das Septum Medullae; sie ist schon angelegt, ehe transversal verlaufende Nervenfasern da sind. Für die nachfolgende Entwickelung des Markes wird sie dadurch bestimmend, dass sie zwar Nervenfasern, nicht aber Neuroblasten den Durchtritt gestattet, letztere, falls sie überhaupt medianwärts vordringen, machen dies- und jenseits vom Septum Halt, und sammeln sich zu mehr oder minder massigen Complexen, von denen später die Rede sein soll. Die Menge der von beiden Seiten her gegen das Septum herantretenden Nervenbündel nimmt vom Ende des 1. Monats ab stetig zu. Die Faserbündel treten Anfangs direct durch das Septum hindurch und kreuzen sich hier unter spitzen Winkeln mit denen der anderen Seite; auf späteren Stufen begegnet man S-förmigen Biegungen der Faserzüge, und es scheint, dass diese, der Hauptsache nach, auf Rechnung von secundären Verschiebungen der an das Septum stossenden Theile zu beziehen sind.

Das, was ich oben als Septum Medullae bezeichnet habe, ist, wie man sieht, das Spongiosagerüst der sogen. Raphe. Es ist dasselbe bis in die neueste Zeit herein wenig beachtet worden[1]) und wie mir scheint, so hat man seine sagittal verlaufenden Fasern häufig mit Nervenfasern verwechselt. Das Septum scheidet die beiden Seitenhälften; von einer Raphe als einer dieselben verbindenden Bildung darf man erst von dem Zeitpunkt ab reden, wo Nervenfasern die Mittellinie überschreiten und den Zusammenhang der beiden Seiten mit einander herstellen.

Die Deckplatte erscheint vom Ende der vierten Woche ab als eine einfache Lage von Zellen, welche im Bereiche der Taenia noch etwas höher als breit (bei Embryo *T* 10—14 μ hoch, 7—8 μ breit), jenseits davon aber breiter als hoch sind (8 μ hoch, 10 μ breit).

---

1) So geschieht z. B. in der so eingehenden Darstellung SCHWALBE's (Lehrb. der Neurol. S. 624 u. ff.) des Gerüstes der Raphe keine Erwähnung.

Den Charakter einer einfachen Epithellage behält die Deckplatte in der Folge bei. Die Menge ihrer Zellen nimmt stetig zu, denn trotz der wachsenden Ausdehnung der Platte und den zu Ende des 2. Monats auftretenden Faltungen derselben werden die Zellen nicht flacher, sondern etwas höher (zu Ende des 2. Monats bestimme ich deren Höhe zu 11—13 μ). Über die Art der Zellenvermehrung in der Deckplatte habe ich keine entscheidenden Erfahrungen, es ist möglich, dass ein Theil des Zuwachses von der Taenia aus vor sich geht. Hier und da bin ich auch vereinzelt liegenden hellen Zellen in der Deckplatte begegnet mit besonders chromatinreichen Kernen.

Die primäre und die endgültige Massenvertheilung innerhalb des Querschnittes des Calamusgebietes.

Im Beginn der 5. Woche zeigt der Querschnitt des Calamusgebietes jene fünfeckige Grundform, deren oben gedacht worden ist (Fig. 7). Die Seitenwand des Rohres lässt drei, unscharf von einander abgegränzte Schichten erkennen, von denen die beiden inneren, die compacter gefügte Innenplatte und die mehr aufgelockerte Mantelschicht zellenhaltig sind, während die äusserste, der Randschleier, aus einem kernfreien Spongiosalager mit hindurchtretenden Zügen von Nervenfasern besteht. Wählen wir als Beispiel etwa die Höhe des Vaguseintrittes, so zeigt hier die Grundplatte in ihrer Mantelschicht den Hypoglossus- und den motorischen Accessorius-Vaguskern. Beide Kerne reichen mit ihren äussersten Zellen bis dicht unter die Oberfläche des Markes. Die von den Glossopharyngeus- und den Vagusganglien zum Gehirn aufsteigenden Wurzeln sammeln sich zu einem der Oberfläche unmittelbar anliegenden Längsstrang, dem Tractus solitarius, oder der aufsteigenden Wurzel der sensibeln Glossopharyngeus- und Vagusfasern. Diese Anordnung der Theile ist sehr verschieden von der späteren, denn sowohl die motorischen Kerne des Hypoglossus, Accessorius, Vagus und Glossopharyngeus, als der Tractus solitarius erscheinen am Querschnitte des ausgebildeten Markes tief in's Innere gerückt, und sie werden durch breite Schichten grauer und weisser Substanz von der Oberfläche geschieden.

Behufs einer übersichtlichen Darstellung scheide ich den Quer-

schnitt des ausgebildeten Markes in vier übereinander liegende Schichten:

1) Dem Ventrikel zunächst breitet sich eine Schicht grauer Substanz aus, welche ich als die Schicht der geschlossenen Kerne bezeichne. Am meisten medialwärts liegt in ihr der Hypoglossuskern, auf diesen folgt lateralwärts die Ala cinerea und, von dieser durch eine Furche abgesetzt, ein Complex von Kernen, welchem im Vagustheil des Calamus der Kern des zarten Stranges, weiter oben die grauen Massen des Acusticusgebietes angehören. Als Randkerngruppe (Nuclei marginales) möchte ich diesen Complex zusammenfassen, da es erwünscht erscheint, eine gemeinsame Bezeichnung dafür zu besitzen. Die Randkerne bilden die mediale Hälfte des als Corpus restiforme hervortretenden Wulstes. Dieser Wulst sieht mit einer schmalen Fläche dorsomedial-, mit einer zweiten, erheblich breiteren dorsolateralwärts, während seine dritte Fläche ventrolateralwärts gekehrt erscheint. Die Randkerne berühren den dorsalen und einen Theil der lateralen Fläche, an der letztern stossen sie an das im Querschnitt halbmondförmige Längsbündel der zum Kleinhirn gehenden Fasern, den Funiculus restiformis, und auf der Gränze beider löst sich die Taenia chorioidea vom Mark ab.

2) Unter den compacten Kernen folgt die intermediäre Netzschicht[1], charakterisirt sich in bekannter Weise dadurch, das sich in ihr zahlreiche Bündel bogenförmig angeordneter Fasern einerseits mit solchen kreuzen, welche von den überliegenden Kernen in radiärer Richtung ausstrahlen und anderseits mit fein zerklüfteten Bündeln von Längsfasern, welche die frei bleibenden Räume des Maschenwerkes allenthalben durchsetzen. Stilling hat diese Längsfasern als die Fortsetzungen der Vorder- und der Seitenstränge des Rückenmarkes aufgefasst, eine Annahme, der ja auch die späteren Autoren gefolgt sind. Seit Meynert findet man für dies Gebiet häufig die Bezeichnungen des inneren und äusseren motorischen Feldes gebraucht.

Die intermediäre Netzschicht enthält im Allgemeinen keine dichten Anhäufungen von Nervenzellen. Dagegen finden sich Zellen verein-

---

1) Die Bezeichnung intermediär gebrauche ich bei dieser Schicht deshalb, weil sich der reticuläre Charakter zum Theil auch auf die folgende Schicht, die der zerrissenen Kerne fortsetzt, und es nöthig erscheint, beide Bildungen auseinander zu halten.



zelt oder in kleinen Gruppen in den Knotenpunkten des Fasernetzes, und ihre Ausläufer gesellen sich den vorbeiziehenden Faserbündeln unmittelbar bei. In dem zwischen Raphe und Hypoglossuswurzeln liegenden Markabschnitt, dem inneren Felde Flechsig's, enthält die Formatio reticularis nur sparsame Zellen und es beruht darauf die Unterscheidung einer Formatio reticularis alba und grisea. Das von der intermediären Netzschicht eingenommene Feld hat im Ganzen die Gestalt eines Halbmondes, seine beiden Enden erstrecken sich bis zu den Tractus solitarii, welche ihrerseits in bekannter Weise von der grauen Substanz der Alae cinereae umfasst werden.

3) Die nun folgende dritte Schicht bezeichne ich als die der zerrissenen Kerne. Dieselbe beginnt, lateralwärts an die Randkerne anschliessend, mit dem Kern des Keilstranges, zu ihr gehören der Seitenstrangkern, der Olivenkern mit den Nebenoliven und den Pyramidenkernen. Eine fortlaufende Kette kleinerer Ganglienklumpen erstreckt sich von den Seitenabschnitten dieser Zone zum offenen Ende des Olivenkerns, ein Verhalten, das beim Fötus und beim Neugeborenen noch auffälliger zu Tage tritt, als beim Erwachsenen. Von Aussen her lagert sich die Substantia gelatinosa eine Strecke weit dem Gebiete der zerrissenen Kerne an. An seiner inneren Seite liegt ein System von *S*-förmig gebogenen Faserzügen, welche vom C. restiforme bis zum Eingang des gefalteten Kernes hinführen [1]).

Die Kerne der zerissenen Zone besitzen alle ein ungemein dichtes Spongiosalager und sie treten daher an gefärbten Präparaten als dunkle Massen hervor. Sie gruppiren sich theils zu gefalteten Blättern, theils zu einzelnen Streifen und Klumpen. Es gilt dies speciell auch von den Kernen des zarten und des Keilstranges, und deren Aussehen erweist sich daher, bei schwächerer Vergrösserung untersucht, als auffallend unruhig. Nicht uneigentlich bezeichnet es Meynert als ein geflammtes [2]).

4) Um die Zone der zerrissenen Kerne legt sich eine, aus allerdings ganz verschiedenartigen Bildungen bestehende Schicht von

---

1) Am besten finde ich dies Fasernsystem in der Figur 450 von W. Krause's Handb. d. Anatomie II, 753 wiedergegeben.

2) Meynert No. 7, S. 769.

weisser Substanz. Zu ihr gehören die Längsfaserzüge des C. restiforme und die Schichten des Stratum zonale, sowie die aufsteigende Wurzel des N. trigeminus. Am meisten medialwärts schliessen sich die Pyramiden an, welche ihrerseits durch einen medianen Schlitz von einander getrennt bleiben.

Im Grossen und Ganzen können wir, dem Gesagten zufolge, am Querschnitte des verlängerten Markes zwei aus vorwiegend grauer Substanz gebildete Schichten unterscheiden, die der geschlossenen und die der zerrissenen Kerne, welche lateralwärts unter einander zusammenhängen. Noch weiter schematisirt lässt sich die gesammte graue Substanz als eine einzige gebogene Platte auffassen, deren medialer Abschnitt als Schicht der compacten Kerne den Boden der Rautengrube bildet, deren laterale Hälfte jederseits umgelegt und als Schicht der zerrissenen Kerne unter die erstere gelagert erscheint. Der Zwischenraum zwischen beiden Plattenhälften wird von reticulärer Substanz eingenommen, und die äusserste Umkleidung besteht aus weisser Substanz. Die Vergleichung dieser Massenvertheilung mit der früher beschriebenen primären, bei welcher ja die motorischen Kerne und der Tractus solitarius bis dicht an die Aussenfläche heranreichten, ergiebt schon ohne vorangehende Kenntnissnahme der Zwischenstufen, dass die Schicht der zerrissenen Kerne nur secundär in ihre Lage gerückt sein kann, und es wird nun vor Allem zu untersuchen sein, woher die Bestandtheile dieser Schicht stammen, und wie sie in ihre Endstellung eingerückt sind.

Die Öffnung der Rautengrube im Bereiche des Calamus scriptorius.

1) Auf der Entwickelungstufe, die wir oben als primären Ausgangspunkt gewählt haben, stehen die beiden Flügelplatten steil emporgerichtet, unter einander nahezu parallel (Fig. 7).

2) Auf jene Stufe folgt diejenige der primären Lippenbildung: während der mediale oder Wangentheil der Flügelplatte seine steil aufgerichtete Stellung beibehält, biegt sich der laterale in früher besprochener Weise lippenartig um und legt sich jenem seitlich an (Fig. 8). Nur vorübergehend erhält sich die Furche zwischen Wangen- und Lippentheil der Flügelplatte, sie verwächst

binnen wenigen Tagen, und damit hört die Lippe vorläufig auf, den Charakter einer selbstständigen Bildung zu bewahren. An Stelle einer gebogenen Platte erscheint nun im Seitentheil des Markes ein gerundeter Wulst, dessen laterale Oberfläche die Taenia trägt. Ich bezeichne ihn zunächst als Flügelwulst. Die Bildung der Rautenlippe und des Flügelwulstes fallen in die 5. Woche. Die Lippe tritt nämlich bei Embryonen von 8—10 mm Nl auf, ihre Verwachsung mit dem Wangentheil vollzieht sich bei solchen von 11—13 mm.

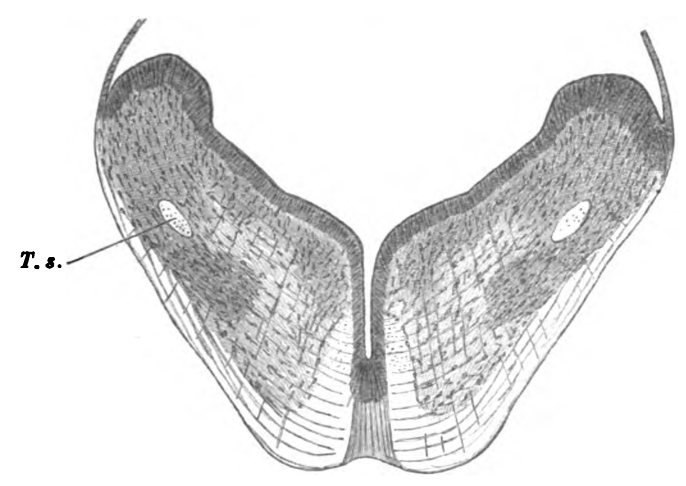


Fig. 10.
Querschnitt des verlängerten Markes. Embryo *Sch.* Vergr. 40.

3) Stufe der Querstellung der Flügelplatte. Mit dem Beginn der 6. Woche macht die Öffnung der Rautengrube einen weiteren Fortschritt, indem sich die beiden Flügelwülste seitlich umlegen, so dass deren Convexität, welche bis dahin dorsalwärts gekehrt war, nun den lateralen Rand des Markes bildet. Der Wangentheil des Flügelwulstes sieht jetzt dorsalwärts und liegt mit der oberen Fläche der Grundplatte nahezu in derselben Ebene, wogegen der Lippentheil ventralwärts gekehrt erscheint.

Die Seitwärtsbiegung des Flügelwulstes geht im Vagustheil des verlängerten Markes noch weiter. Sein convexer Rand krümmt sich nämlich ventralwärts und es entsteht dadurch ein neuer lippenartiger Wulst, an welchem die gesammte ursprüngliche Flügelplatte betheiligt ist. Eine breite, weich auslaufende Rinne scheidet den Wulst von der medialwärts davon liegenden Grundplatte. Die Rinne behält in der Folge ihre ursprüngliche Tiefe nicht bei, aber sie erweist sich als eine

bleibende Bildung: durch alle nachfolgenden Stufen hindurch finden wir den aus der Flügelplatte hervorgegangenen Abschnitt des Markes, das Corpus restiforme der beschreibenden Anatomie, durch eine weiche Furche, den Sulcus restiformis, von dem medialwärts davon liegenden Abschnitt geschieden.

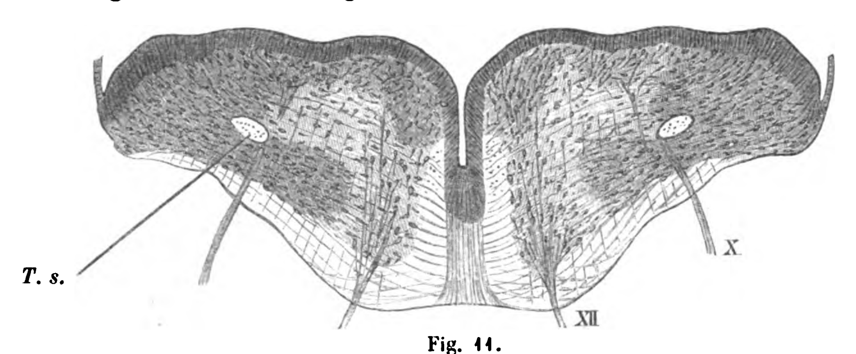


Fig. 11.
Querschnitt des verlängerten Markes. Embryo *CR*. Vergr. 40.

4) Die Stufe der ersten Olivenbildung. Während die eben geschilderten Umlagerungen der Flügelplatten bez. der Flügelwülste sich vollzogen haben, ist auch das Verhalten der Grundplatten nicht durchweg dasselbe geblieben. Auf jüngeren Stufen treten sie ventrikelwärts nur als flache Leiste hervor, dann aber nimmt

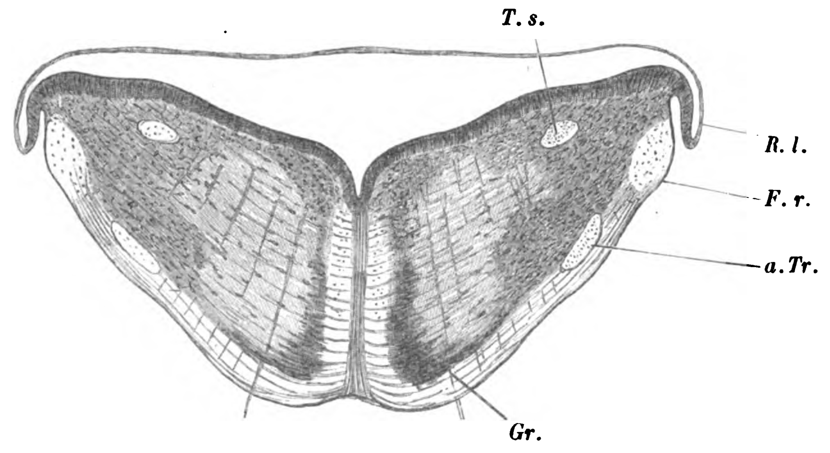


Fig. 12.
Querschnitt des verl. Markes. Embryo *Mr*. Vergr. 10. *R.l.* Secundäre Rautenlippe, *F.r.* Funiculus restiformis, *a. Tr.* aufsteigende Trigeminuswurzel, *Gr.* Gränzplatte mit einmündenden Olivenstreifen.

ihre Wölbung zu. Die medialen Hälften der beiderseitigen Oberflächen rücken sich in der Mittellinie entgegen und lassen schliesslich nur eine schmale Spalte zwischen sich frei. Die lateralen

Hälften der Grundplattenflächen stellen sich dagegen mehr und mehr transversal und so kommt es schliesslich, dass sie mit einander gleichgerichtet erscheinen und man z. B. bei Fig. 11 eine gemeinsame Querlinie durch die vorspringenden Punkte der beiderseitigen Grund- und Flügelplatten zu legen vermag. Nun folgt weiterhin eine Periode, in welcher der Boden der Spalte sich hebt und diese an Tiefe beträchtlich verliert. In der Zeit nimmt das Gebiet der Grundplatten an Dicke und an Breite erheblich zu, und auf dem Querschnitte desselben erscheinen die ersten scharf umgränzten Anlagen der Olivenkerne. Der Flügelplattenantheil der Querschnitte erscheint als ein relativ unbedeutender Anhang des in der Grundplatte befindlichen Hauptfeldes; sowohl dorsal- als ventralwärts setzt er sich durch eine seichte Furche von diesem letztern ab, und seine laterale Fläche trägt die wieder frei gewordene secundäre Rautenlippe.

Die Bildung und Ausbreitung der Neuroblasten im Calamusgebiet.

In der Zeit unmittelbar nach Ausbildung des Spongiosalagers beginnt eine sehr lebhafte Production von Keimzellen. So zähle ich z. B. bei Embryo *T* an den 10 μ dicken Schnitten durch das Calamusgebiet auf jeden Schnitt 60—70 charakteristische Keimzellen mit hellem Protoplasmahof und mit meistens sehr ausgesprochenen Mitosen. Anfangs noch kuglig von Gestalt und in den innern Abschnitten der Säulenschicht liegend, nehmen die Zellen weiterhin die Form von Neuroblasten an und rücken durch das Spongioblastenlager nach auswärts gegen den innern Saum des Randschleiers, hier zu einer ersten Mantelschicht sich anordnend. Der Charakter dieser ersten Mantelschicht ist an dem verlängerten Mark wesentlich derselbe, wie am Rückenmark. Die Schicht beginnt am dorsalen Ende der Flügelplatten sehr schmal, sie verbreitert sich nach vorn und läuft medialwärts in einen etwas aufgetriebenen Wulst, den Vorderhornwulst aus. Dieser Wulst umschliesst, wie ich dies bei früherem Anlass gezeigt habe[1]), in einem grossen Theil seiner Länge den Hypoglossuskern, und weiter oben den Kern des Abducens. Die

1) No. 1, S. 360.

beiden Vorderhornwülste sind durch einen ca. 0,3 mm breiten Zwischenraum von einander geschieden, in welchen die ventriculäre Medianfurche sich hereindrängt. Die Zellenplatte, welche die Furche auskleidet, bildet eine ventralwärts gerichtete Leiste, und zwischen

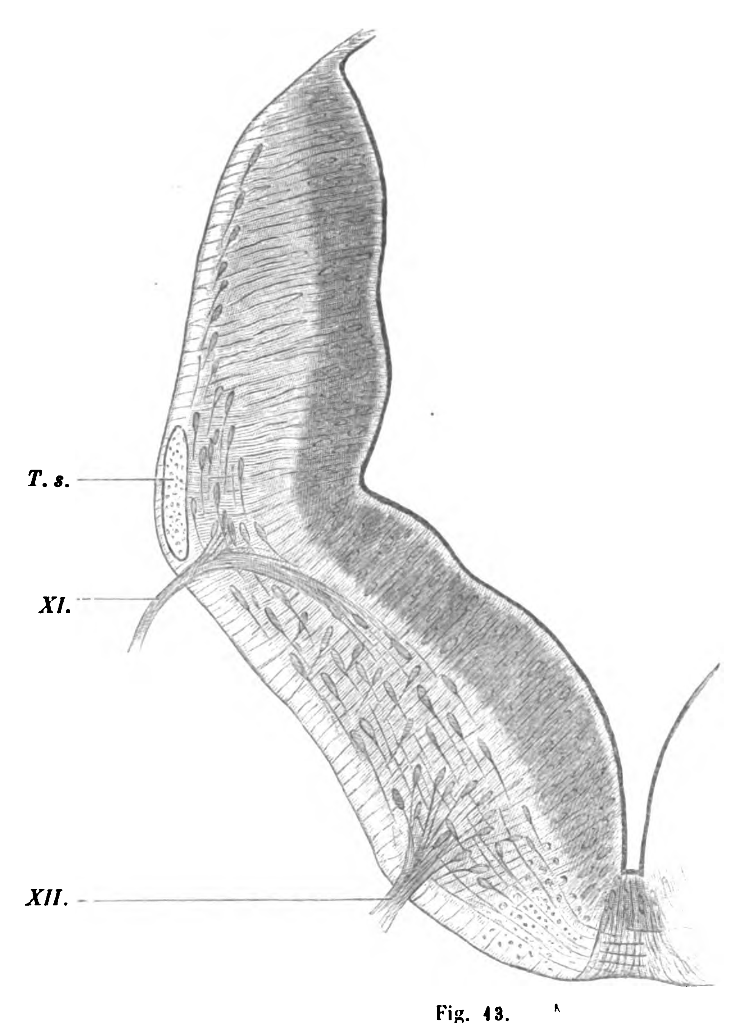


Fig. 13.
Querschnitt durch das vorl. Mark vom Embryo *Ko* mit eingezeichneten Neuroblasten. Vergr. 100.
XI. Accessorius, *XII.* Hypoglossus, *T.s.* Tractus solitarius.

dieser und dem Vorderhornwulst liegt ein vom allgemeinen Randschleier ausgehendes dreieckiges zellenfreies Feld, welches in der Folge von Längsfasern eingenommen wird und das ich als das primäre Vorderstrangfeld bezeichne. Das von der medialen Zellenleiste ausgehende Septum Medullae ist im Beginn der 5. Woche noch niedrig und es wird von wenigen Querfasern durchsetzt, welche

beiderseits in die primären Vorderstrangfelder eintreten. Ein Theil der Fasern verliert sich hier durch Umbiegung in Längsfasern, ein anderer Theil steht jenseits vom Vorderstrangfeld mit den Zellen der Mantelschicht in Verbindung. Gleich der vorderen Commissur des Rückenmarkes enthält somit die primäre Raphe des verlängerten Markes Fasern, welche, aus Zellen der Mantelschicht der einen Seite stammend, in den Vorderstrang der andern Seite übergehen, und zwar constatire ich sowohl den Übergang von Fasern, welche unweit der Mittelebene aus Zellen der Grundplatte entspringen, als auch von solchen, welche aus entlegeneren Abschnitten der Flügelplatte herkommen.

Die Mantelschicht enthält in ihrer ganzen Ausdehnung Neuroblasten und von diesen ausgehende Nervenfasern. Am dorsalen Ende der Flügelplatte umfasst sie auf jüngeren Stufen der Breite nach nur 1—2 Zellen, dieselben verlaufen parallel der Oberfläche, und sie entsenden ihre Ausläufer in langgezogenen Bogen ventralwärts. Mit der Annäherung an die Grundplatte nimmt die Mantelschicht an Breite zu, die bogenförmige Verlaufsrichtung ihrer Zellen bleibt im Ganzen dieselbe, nur kommen an ihrer inneren Seite zahlreiche schräg gestellte Neuroblasten hinzu, welche zwischen den radiären Stützfasern der Innenplatte hervortreten und ihre Fortsätze gleichfalls an die Bogensysteme abgeben. Ähnlich gerichtete Zellen mit medialwärts verlaufenden Bogenfasern finden sich weiterhin im gesammten Bereich der Grundplatte bis über den Hypoglossuskern hinaus. Die Neuroblasten der motorischen Kerne des Hypglossus, Accessorius, Vagus u. s. w. schicken ihre zu Büscheln geordneten Fortsätze nach den betreffenden Austrittsstellen an der Oberfläche des Markes. Diese Zellen und Fasern kreuzen sich mit denen der Bogensysteme, insbesondere wird der Hypoglossuskern von Bogenfasern theils von aussen, theils von innen her umgriffen, theils auch direct durchsetzt. Jenseits von der Mantelschicht liegt eine schmale Schicht von Randschleier, welche von Zellen frei ist. Ebenso liegt der Tractus solitarius, nachdem er einmal angelegt ist, lateralwärts von der Zellenstrasse der Mantelschicht.

Die ventralwärts verlaufenden Bogenfasern sind zum Theil bis zur Mittellinie verfolgbar und betheiligen sich hier an der Bildung der Raphe, aber die Zahl dieser die Mitte überschreitenden Fasern

ist viel unbedeutender als die der Fasern, welche von der dorsalen Seite her in den Vorderhornwulst eindringen. Entweder ist zu der Zeit ein Theil der Fasern noch zu kurz, um die Mittellinie zu erreichen, oder es biegt ein Theil derselben in die Längsstränge der vorderen Markhälfte um. Die bis zur Commissur verfolgbaren Fasern entstammen den inneren Bündeln der Bogenformation, während die äusseren Bündel noch vor, oder bald nach ihrem Eintritt in das Vorderstrangfeld sich verlieren.

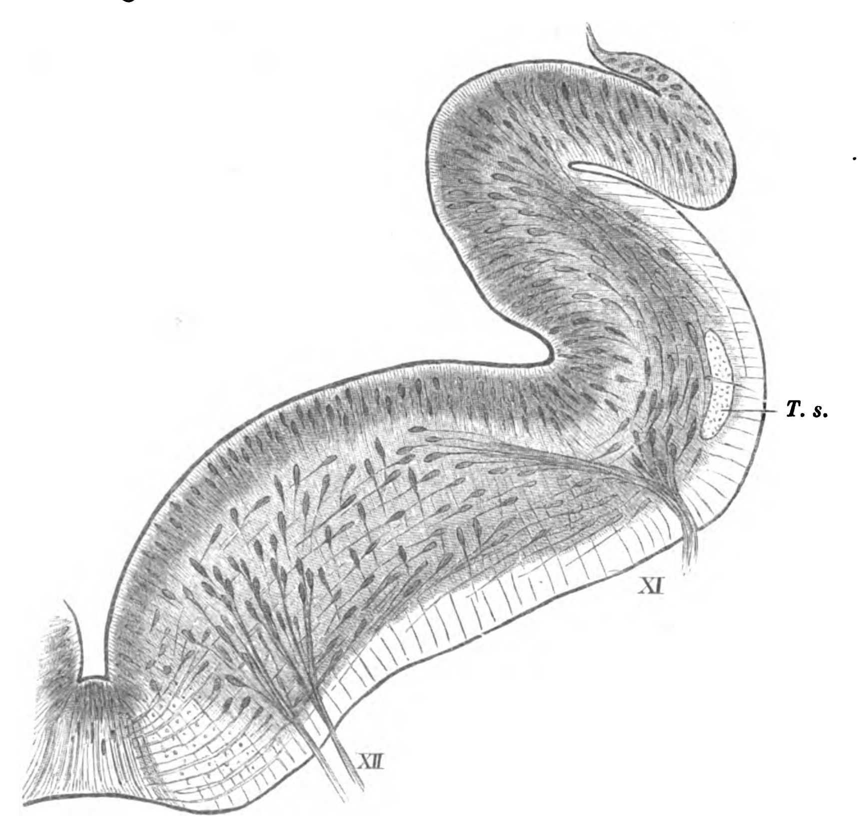


Fig. 14.
Querschnitt des verl. Markes vom Embryo *Ru* mit eingezeichneten Neuroblasten, Vergr. 100.

Mit der Entstehung der Rautenlippe tritt in der Geschichte der Medulla oblongata ein Wendepunkt, ein und es erscheint zum Verständniss der nachfolgenden Stufen nothwendig, die Eigenschaften des Querschnitts gleich nach Bildung der Lippen und vor Verwachsung der äusseren Lippenspalte genauer zu studiren. Ich halte mich dabei an die Schnitte des 9,1 mm langen Embryo *Ru* (Fig. 14). Infolge der Einbiegung, welche die dorsale Hälfte der Flügelplatte

erfahren hat, laufen die Balkenstrahlen des umgebogenen Stückes schräg an der Furche aus, und sie treffen hier unter spitzen Winkeln zusammen mit denjenigen des anstossenden Wangentheils. Der Wangentheil der Flügelplatte zeigt nunmehr eine 10—15 Zellen breite Mantelschicht mit medialwärts oder leicht schräg gerichteten Neuroblasten. Die äusseren Neuroblastengruppen entsenden ihre Fasern in schrägen Bogen nach dem angränzenden Randschleier, die Mehrzahl der entstehenden Bogenfasern schlägt innerhalb der Mantelschicht den Weg nach der Grundplatte ein. Lateralwärts reicht die zellenführende Mantelschicht unmittelbar bis an den Tractus solitarius heran, und sie wird nach aussen von einem zellenfreien Randschleier in der Breite von 0,05—0,07 mm überragt.

Beim Übergang in die Grundplatte ändert sich der Charakter der Mantelschicht: die Zellen erscheinen von da ab minder dicht zusammen gedrängt; Züge von Neuroblasten mit medialwärts gerichteten Fortsätzen sind auch hier noch bis in den Vorderhornwulst herein vorhanden, aber daneben treten reichlich Zellen mit abweichender Richtung der Ausläufer auf. So finden sich im Seitenhorntheil der Grundplatte Neuroblasten, welche ihre Fasern an den Accessorius bez. an den motorischen Vagus und Glossopharyngeus abgeben, welche demnach mit ihren Spitzen lateralwärts, anstatt medialwärts, gerichtet sind. Vor allem aber enthält der Vorderhorntheil der Grundplatte überwiegende Mengen von Neuroblasten, deren Fortsätze das Mark der Dicke nach durchsetzen, sei es dass sie in Hypoglossuswurzeln übergehen, sei es dass sie sich zwischen den Längs- und Querbündeln der Grundplatte verlieren. Es kreuzen sich dem Gesagten zufolge innerhalb der Grundplatte die Nervenzellen und die Bündel von Nervenfasern auf das Vielfältigste, und wir können schon jetzt von einer Formatio reticularis derselben reden. Dieselbe erstreckt sich zur Zeit noch durch die ganze Tiefe der Mantelschicht, und eine strenge Scheidung der Netzschicht vom Hypoglossus- und vom Accessoriuskern ist nicht durchführbar. Immerhin lässt sich unschwer erkennen, dass die Mehrzahl der Wurzelbündel des Hypoglossus aus den tiefen Abschnitten der Mantelschicht herstammt, und dass auch vom Accessorius dasselbe gilt.

Mit der zunehmenden Vertiefung der Mantelschicht hebt sich der Vorderhornwulst der grauen Substanz immer bestimmter von

den medialwärts daran liegenden Theilen ab. Das ihn umgreifende Feld des primären Vorderstranges nimmt auch seinerseits an Tiefe zu, und es wird nunmehr von zahlreichen Bündeln von Bogenfasern durchsetzt, welche durchweg bis zur Raphe verfolgbar sind. Der grössere Theil dieser Commissurenbündel kommt aus dem Vorderhorn hervor, wobei die am meisten dorsal liegenden ziemlich starke Biegungen beschreiben, um die Raphe zu erreichen. Innerhalb der letzteren verlaufen die Nervenfasern transversal und sie kreuzen die Gerüstfasern des Septum unter rechten Winkeln. Ein kleiner Theil der in die Raphe eintretenden Nervenbündel kommt zunächst aus dem Randschleier. Diese Bündel haben an verschiedenen Stellen des Umfanges die Mantelschicht verlassen, und sie stammen aus solchen Neuroblasten, welche den äusseren Lagen derselben angehören. Die Zahl von Bündeln, welche schon auf die gegenüberliegende Seite des Markes vorgedrungen sind, scheint noch unerheblich. Auf den nächstfolgenden Stufen findet man eine nicht geringe Menge von Faserzügen, welche nach der Aussenfläche des Randschleiers hin schräg auslaufen. Diese Faserzüge sind bereits gekreuzt und sie stammen von Neuroblasten der gegenüberliegenden Seite (Fig. 15).

Sehr bald nach Bildung der Rautenlippe verwachsen im Calamusgebiet die sich berührenden Wandungen der äusseren Lippenfurche und von da ab besteht eine directe Durchtrittsbahn für die in der Rautenlippe entstandenen Neuroblasten. Dieselben treten durch die Verwachsungstelle hindurch und gelangen zunächst an die Aussenfläche der bisherigen Mantelschicht der Flügelwange. Durch die Lückenräume des innern Randschleiers dringen sie immer weiter medialwärts vor, umgreifen von Aussen den Tractus solitarius und erreichen jenseits desselben das laterale Feld der Grundplatte.

Am übersichtlichsten gestalten sich die Verhältnisse dieses Zellenstromes in der Zeit kurz nach dessen Auftreten. So ist bei dem 10,5 mm langen Embryo *Ha* die Trennung des von der Flügelwange und des von der Rautenlippe herkommenden Zellenstromes noch deutlich erkennbar. Jener geht, wie dies ja schon vor Bildung der Rautenlippe der Fall gewesen war, dicht an der inneren Seite des Tractus solitarius vorbei, wogegen der zweite Strom den letzteren von Aussen her umgreift. Jenseits des Tractus kommen beide Zellen-

ströme zusammen, und der äussere läuft im Seitentheil der Grundplatte mit verwaschenen Gränzen aus, dem Auslaufe eines trüben Bergbaches in einen klaren See vergleichbar. Auf dieser Stufe ist der von der Rautenlippe herkommende Zellenstrom noch schmal (0,04—0,06 mm oder 6—8 Zellen breit). Schon bei Embryonen von 13—14 mm Nl hat der Strom an Breite bedeutend zugenommen

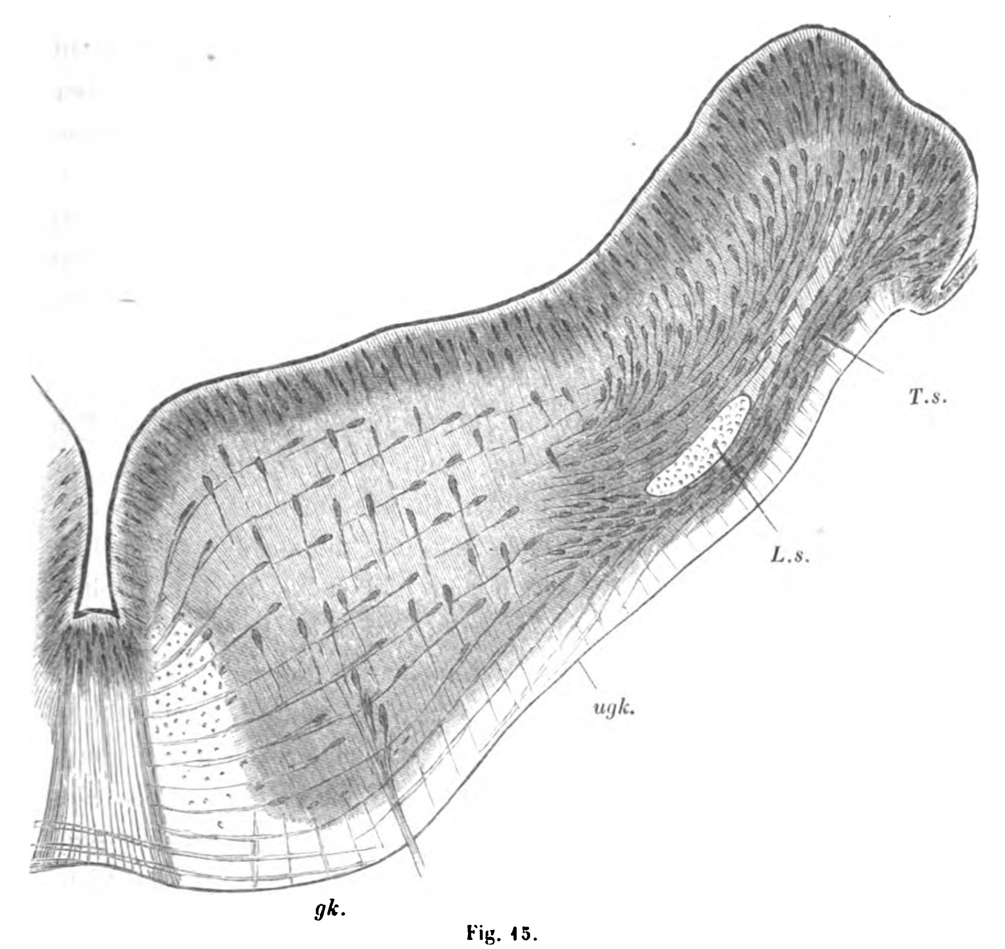


Fig. 15.

Querschnitt durch das verlängerte Mark am Embryo *Ha* (Nl 10,5 mm) mit eingezeichneten Neuroblasten. Vergr. 100. Der Tractus solitarius *Ts.* ist von den aus der Rautenlippe kommenden Zellen schon umgriffen. Beide Zellenströme, der aus der Rautenlippe und der aus der Flügelwange kommende sind noch deutlich unterscheidbar.

(auf 0,12—0,16 mm), und zu Ende des 2. Monats ist die nach Aussen vom Tractus solitarius liegende Zellenschicht 10—15 mal so breit als bei Embryo *Ha* (bei Embryo *Mr* über ½ mm breit).

Die ursprüngliche Scheidung zwischen dem von der Rautenlippe und dem von der Flügelwange herkommenden Neuroblasten-

strom besteht nur sehr kurze Zeit, da die Gränzen zwischen beiden Strömen dies- und jenseits des Tractus solitarius sich bald verwischen. Während nun aber der äussere Strom an Breite immer mehr zunimmt, bleibt der Abstand zwischen dem Tractus und der Ventrikelfläche während des ganzen 2. Monats nahezu derselbe (0,24—0,27 mm). In der Flügelwange findet zwar während der Zeit eine reichliche Neubildung von Neuroblasten statt, allein diese treten grossentheils in radiärer Richtung durch die primäre Mantelschicht hindurch bis in die äussere Zellenlage. Der Tractus solitarius selber zeigt sich in der Zeit von einzelnen radiär gestellten Neuroblasten durchsetzt. Ich fasse den Zusammenhang der Verhältnisse so auf, das etwa von der 6. Woche ab die in der Flügelwange entstandenen Neuroblasten in den von der Rautenlippe herkommenden Strom übertreten und mit jenem gemeinsam den breiten Complex bilden, welcher den Tractus solitarius von Aussen her umgreift.

Die von der Seite her in die Grundplatte eindringenden Neuroblasten rücken nun schaarenweise gegen die Mittellinie vor, indem sie die Seiten- und Vorderhornfelder ventralwärts streifen. In kurzer Entfernung vom Septum und an der Gränze des das letztere einsäumenden weissen Substanzstreifens machen die am meisten medialwärts vorgedrungenen Neuroblasten halt und sammeln sich zu einer sagittal gestellten dicken Platte, der Gränzplatte, wie ich sie nennen werde. Dieselbe durchsetzt mehr als die halbe Tiefe des Markquerschnittes, bleibt indessen von der ventralen Oberfläche gleichwie von dem Septum durch einen schmalen Streifen von Randschleier geschieden. Da wo die Gränzplatte ihre grösste Entwickelung erreicht, ist sie medialwärts ausgebogen und zeigt, anschliessend an ihren sagittalen, einen kürzeren ventralen Schenkel, dessen Richtung der Markfläche parallel verläuft. Zahlreiche schräge Zellenstreifen verbinden die Gränzplatte mit dem Complex, welcher an der Gränze der Grundplatte, ventralwärts vom Tractus solitarius angehäuft ist, und durch dessen Vermittelung hängt sie mit den Massen der Flügelplatte selber zusammen (Fig. 12).

So bekommen wir folgende allgemeine Anordnung der Zellenmassen: Die unter dem Boden des Ventrikels sich hinziehenden Zellenlager der Grundplatte setzen sich über dem Tractus solitarius hinweg in das Gebiet der Flügelplatte fort, von hier aus führt eine

zusammenhängende Reihenfolge von mehr oder minder dicht gelagerten Zellensträngen unter dem Tractus solitarius vorbei in die Grundplatte zurück und diese Stränge finden ihr Ende in der dem Septum zugekehrten Gränzplatte. Wir haben also zwei, jenseits vom Tractus solitarius in einander umbiegende Zellenschichten und erkennen darin unschwer jene beiden Schichten wieder, welche ich für

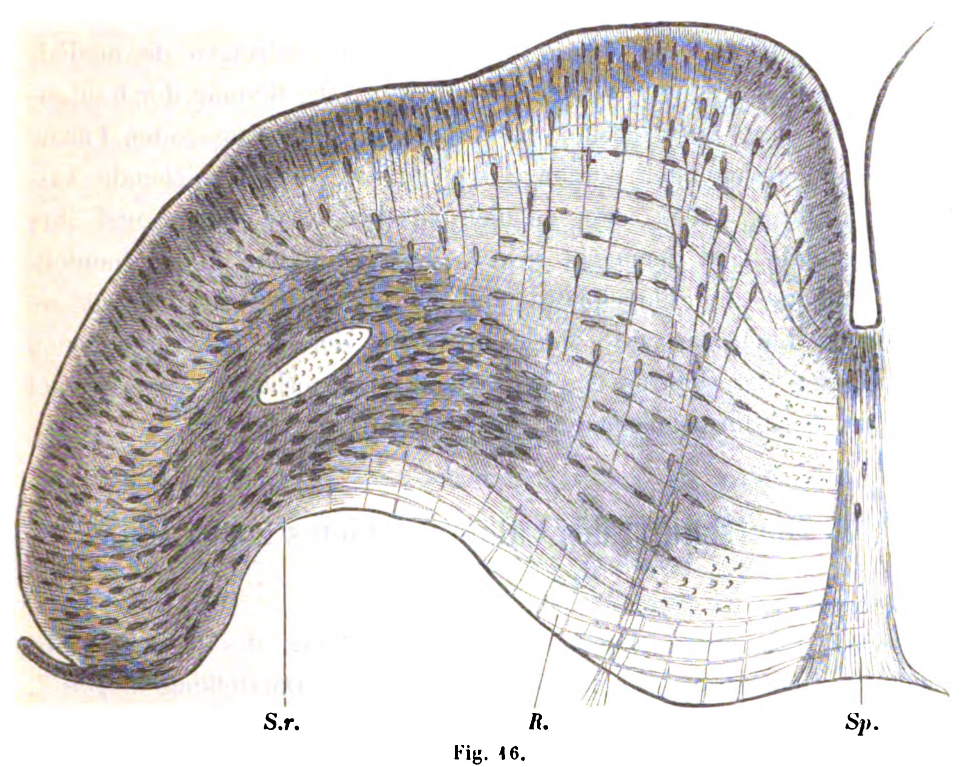


Fig. 16.
Querschnitt durch das verlängerte Mark am Embryo *CR* (Nl 13,6 mm) mit eingezeichneten Neuroblasten. Vergr. 100. *S.r.* Sulcus restiformis, *R.* gekreuzte Fasern der Raphe.

das ausgebildete Mark als die Schicht der geschlossenen und die der zerrissenen Kerne unterschieden habe. Zwischen beiden liegt schon jetzt ein intermediäres Lager von netzförmiger Substanz; von Aussen her wird die Schicht der zerrissenen Kerne von einem schmalen Streifen von Randschleier umfasst. Dieser hängt medialwärts mit dem zellenarmen Substanzstreifen zusammen, welcher neben der Raphe liegt und dem auch das oben beschriebene primäre Vorderstrangfeld angehört.

Dem Gesagten zufolge finden die Zellenmassen der primären Grundplatte ihre Verwendung bei der Bildung der motorischen Vor-

der- und Seitenhornkerne (des Hypoglossuskerns einerseits, des motorischen Accessorius-, Vagus- und Glossopharyngeuskerne andrerseits), aus ihnen stammen auch grossentheils die zerstreuten grauen Herde der reticulären Substanz. Die primäre Flügelplatte liefert dagegen aus ihrer medialen Hälfte die Ala cinerea, nebst der Gruppe der Randkerne. Aus ihrem Lippentheil gehen alle die Zellen hervor, welche dem Complex der zerrissenen Kerne angehören. Diese Zellen verlassen den Ort ihrer ersten Bildung und durchdringen die medialwärts daran liegenden Gebiete des Markes. Die Bildung der Rautenlippe und ihre Verwachsung mit der an sie anstossenden Fläche bilden die einleitenden Vorgänge, welche die so weit reichende Ausbreitung ihrer Zellen erst möglich machen. Die Oliven und ihre Nebengebilde sind demnach, soweit es sich um ihre Zellen handelt, Abkömmlinge der Flügelplatte und morphologisch entstammen sie derselben Längszone des Markrohres, aus der in höher gelegenen Abschnitten des Gehirns das Cerebellum, die Vierhügel, die Sehhügel und die Grosshirnhemisphären hervorgehen.

Der Querschnitt des Calamusgebietes gegen Ende des 2. Monats.

Auf die etwas summarische Beschreibung des vorigen Abschnittes lasse ich nun eine eingehendere Darstellung folgen[1]: Gegen Ende des 2. Monats, bei Embryonen von 18—22 mm Nl., stellt sich der offene Theil des verlängerten Markes als eine dicke, leicht dorsalwärts gekrümmte Platte dar, welche sich nach beiden Seiten hin etwas verjüngt. (Taf. II.) Wir unterscheiden an ihr eine dorsale, eine ventrale und zwei niedrige Seitenflächen. Neben den letzteren findet sich jederseits der Übergang der Taenia in die Deck-

1) Die frontal geschnittenen Embryonen, welche bei obiger Beschreibung benutzt worden sind, tragen die Bezeichnungen *Zw* (Nl 18,5 mm) und *Mr* (Nl 22 mm), ferner *Dd* und *My*. Die Notizen über die genauere Länge der beiden letzten Embryonen sind mir abhanden gekommen. In ihrer Entwickelung stehen diese zwischen den beiden zuerst aufgeführten, und ihre Länge muss ca. 20 mm betragen haben. *My* ist ist um weniges weiter entwickelt als *Dd*. Die Profilconstruction von *My* findet man in obiger Fig. 6, S. 16, die von *Mr* in Fig. 5, S. 13.

platte. Die dorsale, dem vierten Ventrikel zugekehrte Fläche erscheint nur schwach, die ventrale, äussere Fläche dagegen stärker gebogen. Jene zeigt ausser einer tiefen medianen Längsrinne zwei seichte Seitenfurchen, welche die ursprüngliche Gränze von Grundplatte und Flügelplatte bezeichnen. Auch an der ventralen Oberfläche sind drei Längsfurchen vorhanden, eine mittlere und zwei seitliche, von denen die letzteren seichter sind, als die Mittelfurche, und einen breiten Boden haben. Dies sind die Sulci restiformes der obigen Darstellung, durch welche die späteren Corpora restiformia vom übrigen Mark getrennt werden. Das medialwärts davon liegende Gebiet umfasst die Anlage der Oliven und den dazwischen liegenden Streifen der Olivenzwischenschicht. Von Pyramiden[1]) kann man zu der Zeit noch nicht reden, dagegen lässt sich an den Austrittslinien der Hypoglossuswurzeln erkennen, wo die Gränze des engeren Olivenbezirkes zu suchen ist.

An der dorsalen Markfläche scheidet die seichte Seitenfurche die aus der Grundplatte hervorgegangene Eminentia teres von den der Flügelplatte entstammenden Bezirken der Ala cinerea und der Randkerne. Zu einer schärferen Umgränzung der Kerne ist es noch nirgends gekommen. Der Tractus solitarius liegt der dorsalen Markfläche sehr viel näher, als der ventralen, er zeigt einen etwas abgeplatteten Querschnitt und die in ihn übergehenden sensibeln Nervenbündel erreichen ihn an seinem medialen Rande.

Mit Hülfe der oben beschriebenen Furchen und des Tractus solitarius ist man im Stande, das Feld der ursprünglichen Grundplatte ziemlich scharf von dem der Flügelplatte zu trennen, und da fällt allerdings auf, wie sehr das letztere Gebiet hinter dem ersteren in der Flächenzunahme zurückbleibt. Laut planimetrischer Ausmessung der Markquerschnitte in der Höhe des Vaguseintrittes macht der Antheil der Flügelplatte am Gesammtquerschnitt im Beginn des 2. Monats (*Ko*) 41,5 % aus, am Ende desselben Monats (*Mr*) nur noch 27,5 %. Vorübergehend fällt der Werth sogar noch unter 25 %.

---

1) Nach Flechsig, dem wir den Nachweis von dem späten Auftreten der Pyramiden verdanken, fehlen diese beim Fötus von 11—12 cm S.S., beim Fötus von 25 cm S.S. sind sie dagegen vorhanden und haben die Oliven bereits zur Seite gedrängt. No. 8. S. 132 und 142 und Taf. X, Fig. 1 und 5.



Während von der Stufe *Ko* zur Stufe *Mr* das Feld der Grundplatte auf das ungefähr 10fache ansteigt, ist bei dem der Flügelplatte eine nur ungefähr 5fache Zunahme vorhanden[1]). Die Änderung im Verhältniss der Flügelplatte zur Grundplatte ist mit der Thatsache in Beziehung zu bringen, dass die in der ersteren entstehenden Neuroblasten den Ort ihrer Bildung grossentheils verlassen und in die Grundplatte übertreten.

Die Flügelplatte bewahrt ihr dichtes Gefüge durch geraume Zeit; gegen Ende des 2. Monats beginnt sie sich indessen auch ihrerseits aufzulockern, und ihre frühere so breite und unscharf abgegränzte Innenschicht reducirt sich, gleichwie in der Grundplatte auf jene etwa 50 μ dicke Lage von inneren Spongioblasten, welche wir in der Folge als das Epithel des Ventrikels zu bezeichnen pflegen. Die innere Spongioblastenschicht besteht nunmehr in ihrer ganzen Ausdehnung aus radiär gestellten Zellen, deren Kerne bis nahe an die Ventrikelfläche heranreichen. Ihre inneren Enden verbinden sich zur M. limitans interna und diese sieht man an gut erhaltenen Präparaten von langen Wimpern überragt. Die Zellenleiber lagern sich büschelweise zusammen, und zwischen den einzelnen Büscheln bleiben freie Zwischenräume übrig, als die Stellen, wo früher Keimzellen und Neuroblasten gelegen haben[2]). Nach auswärts entsenden die Spongioblasten feine fadenförmige Fortsätze, die auf grosse Entfernung hin verfolgbar sind und als Markstrahlen zur ventralen Oberfläche sich verlängern. Desgleichen finden sich zu der Zeit spindelförmige und dreieckige Spongioblastenleiber durch die gesammte

1) Folgendes sind die Ergebnisse der Messung:

	absolutes Maass der Querschnitte in qmm			in % des Gesammtquerschnittes	
	Gesammtquerschnitt	Grundpl.	Flügelpl.	Grundplatte	Flügelplatte
[illegible]	[illegible]	0.234	[illegible]	58.5	41.5
[illegible]	1.24	[illegible]	0.34	72.6	27.4
Zu	1.58	1.24	0.34	78.5	21.5
Mr	1.82	1.38	0.44	75.6	24.4
[illegible]	3.22	2.32	0.88	72.5	27.5

Das [illegible] von der relativen [illegible] der Flügelplatte [illegible] wie man sieht, [illegible] auf den 8 Wochen [illegible] die etwas [illegible] Embryonen Zu und Mr und dies [illegible] bei [illegible] die Lissauerschen [illegible] der Corpora [illegible] haben.

2) Neuroblasten-Aufsatz No. 9, S. 323 und [illegible]

graue Substanzanlage zerstreut, ja sogar bis in die weisse Substanz hereinreichend. Dicht unter der Schicht der inneren Spongioblastenleiber finden sich Blutgefässe, und in der Grundplatte liegen Gruppen von Neuroblasten, welche ihre Faserbündel ventralwärts, in der Richtung der Hypoglossuswurzeln entsenden.

Die Sonderung einer epithelartigen Gränzschicht um den Ventrikelraum herum fällt zusammen mit dem Schwinden von Keimzellen in dessen Umgebung. Zuerst verlieren sich diese Elemente in der Grundplatte, später erst in der Flügelplatte und zuletzt im Lippengebiete der letzteren. So finde ich bei *Zw* innerhalb der Grundplatte nur sehr sparsame, innerhalb der Flügelplatte ziemlich reichliche Keimzellen mit Mitosen. Auch bei *Dd* enthält die letztere noch zahlreiche Keimzellen, bei *Mr* sind solche nur noch im lateralen Theil der Flügelplatte aufzufinden. Mit dem Schwinden der Keimzellen fallen die Bedingungen zur Bildung neuer Neuroblastenschübe dahin, wir können also das Ende des 2. Monats als die Zeit bestimmen, in der die Bildung neuer Nervenzellen im verlängerten Mark aufhört. Das Vorhandensein einer unbestimmt auslaufenden Innenschicht kann als gröberes Merkmal dafür angesehen werden, dass der Bildungsprozess neuer Nervenzellen noch im Gang ist. Mit dessen Abschluss kommt es zur epithelähnlichen Begränzung der inneren Spongioblastenlage. Die Bestandtheile dieser Lage sind zwar schon vor der Zeit ihres scharfen Hervortretens vorhanden gewesen, aber sie waren durch die Massen der bei der Neuroblastenbildung betheiligten Zellen verdeckt, und es bedurfte der Entfernung der letzteren, um dieselben isolirt zur Anschauung zu bringen.

Wie dies oben dargethan wurde, so hatte sich im Laufe der 5. Woche die primäre Rautenlippe mit dem anstossenden Wangentheil der Flügelplatte verbunden, und von dem Zeitpunkt ab hatte sie an die medialwärts von ihr liegenden Markabschnitte gedrängte Schaaren von Neuroblasten abgegeben. Nach Einstellung ihrer productiven Thätigkeit trennt sich die Rautenlippe durch eine tief einschneidende Spalte vom Corpus restiforme ab und wird von Neuem frei. Es ist dies ein sehr auffallender Vorgang, aber er lässt sich mit grosser Bestimmtheit feststellen. Bei dem Embryo *Zw* geht die von der inneren Spongioblastenschicht bekleidete innere Lippenfurche am stumpfen Seitenrande des Markes vorbei ventralwärts, und ihre



mediale Gränzschicht hängt noch allenthalben ohne Unterbrechung mit der übrigen Markmasse zusammen. Bei *Mr* hat die Spalte noch dieselbe Stellung wie zuvor, ihre mediale Gränzschicht ist aber nur noch an ihrem dorsalen Ende mit dem Corpus restiforme verbunden, im Übrigen durch einen von der Bauchseite herkommenden Schlitz davon abgesetzt. Es besteht somit neuerdings eine Rautenlippe, welche zwar aus der primären hervorgegangen, von dieser aber durch ihre dünne hautartige Beschaffenheit wesentlich unterschieden ist und die nur deren von Neuroblasten entleerten Rest darstellt. Ich werde sie als secundäre Rautenlippe bezeichnen. Sie besteht aus einer der inneren Spalte zugekehrten Lage von dicht gedrängten Zellen und aus einer nach Aussen davon befindlichen dünnen Schicht von spongiöser Substanz. Am Ursprung beträgt ihre Dicke etwa $^{1}/_{10}$ mm, nach dem ventralen Ende verjüngt sie sich bis auf ein Drittel dieses Werthes und geht dann mit rascher Umbiegung in die den Ventrikel lateralwärts abschliessende Epithelplatte über. Diese Platte fängt vom Ende des 2. Monats ab zottenartig gegen den Ventrikelraum vorspringende Auswüchse zu bilden. Insofern wir späterhin unter dem Worte Taenia den markhaltigen Substanzstreifen verstehen, welcher den Zusammenhang der massigen Gehirntheile mit der epithelialen Adergeflechtplatte vermittelt, so ist ersichtlich, dass der ganze freie Theil der secundären Lippe in der Taeniabildung mit aufgeht. Es umfasst somit die secundäre oder definitive Taenia ein breiteres Gebiet als die primäre. Ihre laterale Gränze wird durch den Beginn der Chorioidealzotten bezeichnet, ihre mediale durch den Ursprung des medialen Lippenrandes aus dem Corpus restiforme.

Der Beginn der Abspaltung ist bei den Embryonen *Dd* und *My* zu erkennen, hier trennt eine noch wenig tiefe Furche den ventralen Rand der Lippe von einem compacten Bündel von Längsfasern, welcher als rundlicher Strang über die Oberfläche hervortritt. Bei weiter fortgeschrittener Spaltenbildung erscheint auch dies Faserbündel breiter und es greift tief in die mediale Spaltenwand über. Es ist dies das Faserbündel des Corpus restiforme oder der Funiculus restiformis, der als solcher in's Kleinhirn führt. Ein keilförmiger Fortsatz der anstossenden Bindegewebsmasse dringt in den ventralen Spalteneingang vor. In der Folge hebt sich die aus der

secundären Rautenlippe hervorgegangene Taenia vom Corpus restiforme ab und wendet sich mit ihrem scharfen Rande lateralwärts.

Gliederung der grauen Substanz.

Auch am Schlusse des 2. Monats tritt die Gliederung der grauen Substanz noch lange nicht mit der Schärfe hervor, welche spätere Perioden kennzeichnet. Wohl sind die Nervenzellen zum Theil schon in ihre bleibende Lage eingerückt, aber die Nervenzellen als solche, besonders die protoplasmaarmen Jugendstufen derselben genügen noch nicht, um der Schnittfläche jene scharfe Zeichnung zu geben, durch welche die weiter entwickelten Nervenkerne sich abheben. Die scharfe Umgränzung der ausgebildeten Nervenkerne findet ihre Hauptbedingung in der Ausbildung eines ungemein dichten Spongiosalagers. Man braucht nur einen feinen Durchschnitt vom verlängerten Mark eines älteren Fötus oder eines Neugeborenen anzusehen, um die Überzeugung zu gewinnen, dass die auffallendsten Eigenthümlichkeiten der Oliven oder anderer scharf gezeichneten grauen Massen durch die Gerüstsubstanz bestimmt sind. Erst in späteren Perioden erreicht aber die die Nervenzellen umschliessende Gerüstsubstanz dieses dichtere Gefüge, bis zum Schluss des 2. Monats ist dasselbe verhältnissmässig noch sehr lose.

Bei schwacher Vergösserung erscheint, wie wir oben sahen, jede Seitenhälfte des Markquerschnittes als ein schräges Viereck mit abgerundeten Ecken. Die mediale Seite des Vierecks wird durch die Raphe, die laterale zuerst durch die innere und später durch die äussere Lippenspalte begränzt. Weitaus der grösste Theil des Feldes ist von der Anlage grauer Substanz eingenommen, und das Gebiet weisser Substanz erscheint nur als ein schmaler Saum. Dieser Saum bildet einen im spitzen Winkel gebrochenen Bogen, dessen medialer Schenkel der Raphe, dessen ventraler der freien Oberfläche entlang läuft. Nach Wiederablösung der häutigen Rautenlippe dehnt sich das Gebiet weisser Substanz auch auf die Gränzfläche der äusseren Lippenspalte aus.

Die Zellen vertheilen sich ungleich über das Feld der grauen Substanz, die umfänglichste Anhäufung derselben findet sich in der lateralen Hälfte um den Tractus solitarius herum, und jenseits von

demselben. Ein dorsalwärts von der aufsteigenden Trigeminuswurzel liegender Zellenhaufen beurkundet sich durch diese seine Lage als Vorläufer der gelatinösen Substanz. Andere besonders dichte Massen nehmen die dorsolaterale Ecke des Markes ein, und hier dauert auch, wie dies oben gezeigt wurde, die Neubildung von Zellen am längsten an. Die Gränzplatte bildet eine fernere massige Anhäufung und sie begränzt das graue Feld medial- und ventralwärts. Seitwärts hängt die Gränzplatte durch schräge Verbindungsstreifen mit den Zellenhaufen des Corpus restiforme zusammen. Am dorsalen Rande des grauen Feldes liegt unter der Ependymschicht der Eminentia teres ein unregelmässig umgränztes Zellenlager, welchem die motorischen Kerne des Rautengrubenbodens angehören. Indem die eben aufgezählten dichteren Zellenlager die vier Seiten des grauen Feldes bilden, umrahmen dieselben ein relativ zellenarmes Mittelfeld, welches den Hauptraum der früheren Grundplatte einnimmt und als die Anlage der Substantia reticularis sich erweist.

Somit können wir am Ende des 2. Monats vier, allerdings unscharf von einander gesonderte Gebiete unterscheiden:

1) Das Gebiet der motorischen Kerne.
2) Das Gebiet der Substantia reticularis.
3) Das Gebiet der lateralen Kerne mit Inbegriff der Substantia gelatinosa.
4) Das Gebiet der Olivenkerne.

Diese vier Gebiete bedürfen mit Rücksicht auf die in ihnen vorkommenden Zellen und Faserzüge einer gesonderten Schilderung.

Gebiet der motorischen Kerne. Innerhalb des an und für sich schon etwas dichteren Zellenlagers unter der Ependymschicht treten einzelne unregelmässig umgränzte Nester hervor, deren Elemente sich durch ihre Grösse und Form von den einfachen Neuroblasten unterscheiden. Das Protoplasma dieser Zellen ist dem Kerne nicht mehr einseitig angefügt, es bildet um den Kern herum eine allseitige Umkleidung, die allerdings noch schmal ist und die halbe Kernbreite kaum erreicht. Ausser dem Axenfortsatz zeigen diese Zellen noch einen oder zwei kürzere, anscheinend stumpf auslaufende Fortsätze, deren einer vom Gegenpol auszugehen pflegt. Am auffälligsten treten diese Zellenmassen hervor, einestheils im Ursprungsgebiet der Vorderhornwurzeln von Abducens und Hypoglossus und

anderntheils in dem der motorischen Seitenhornwurzeln von Trigeminus, Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius. In diesen verschiedenen Gebieten reichen die Wurzelbündel bis nahe an die Ependymschicht heran, bei ihrem weiteren Verlauf nach Aussen gesellen sich aber denselben kleinere Neuroblastengruppen bei, von denen sie Faserzuschuss bekommen, und so pflegen die aufgezählten Kerne weder nach der Fläche noch nach der Tiefe eine scharfe Umgränzung zu besitzen.

Zwischen den Faserzügen, welche nach ihrer Verlaufsrichtung den Wurzelbündeln der Vorder- und der Seitenhorngruppe zuzuweisen sind, finden sich grössere Mengen von radiär verlaufenden Bündeln, welche die Formatio reticularis durchsetzen, ohne jedoch die Oberfläche zu erreichen. Auch diese Faserbündel sind von Zügen von Neuroblasten begleitet, welche bis an die Gränze der weissen Substanz heran reichen können. Die Menge dieser radiären Faser- und Zellenzüge nimmt im Allgemeinen von Innen nach Aussen hin ab, was den Schluss erlaubt, dass die betreffenden Nerven innerhalb der Formatio reticularis ihre Richtung ändern und in Längsbündel umbiegen.

Die Formatio reticularis ist nach dem eben Gesagten von der Schicht der motorischen Kerne nicht scharf zu scheiden. Ihre Bestandtheile sind, ausser den eben beschriebenen, radiär gestellten Faser- und Zellenbündeln, solche Züge, welche in Bogenlinien der Raphe zustreben. Auch bei diesen sind die Faserbahnen von gleichläufigen Neuroblasten begleitet. Radiäre und Bogenfasern bilden zusammen ein netzförmiges Flechtwerk, in dessen Maschenräumen die Querschnitte von feinen Längsfasern sichtbar sind. Es besitzt somit die Formatio reticularis im Wesentlichen schon den Charakter, der ihr bleibend zukommt. Blutgefässe und von Spongioblasten begleitete Gerüststrahlen durchsetzen das Mark in gleichfalls radiärer Richtung und es bedarf oftmals einer sorgfältigen Prüfung, um diese Bildungen von einander und von den Nervenbündeln zu unterscheiden.

Das Gebiet der lateralen Kerne bildet einen zellenreichen Complex, innerhalb dessen der Tractus solitarius eine natürliche Orientirungsmarke giebt. Wir können sonach die Massen nach ihrer Lage zum Tractus bezeichnen. Eine Scheidung der verschiedenen Kerne mit Ausnahme etwa der Substantia gelatinosa ist zur Zeit nicht

möglich, dagegen vermag man die Richtung festzustellen, nach welcher die Faser- und Zellenzüge in den verschiedenen Districten angeordnet sind. Das laterale Markgebiet zeigt im Allgemeinen zwei sich kreuzende Verlaufrichtungen von Zellen und Fasern, eine radiäre und eine bogenförmige. Die in Bogenlinien angeordnete Zellen finden sich am reichlichsten in der Strecke ventralwärts vom Solitärtractus, und sie schliessen sich ohne bestimmte Gränze den gestreiften Massen des Olivenbezirkes an. Die radiären Züge gaben ihre Hauptvertretung medialwärts vom Tractus, und während ein Theil derselben bis zur weissen Substanz ventralwärts vordringt, verlieren sich andere schon vorher in die Dicke des Markes. Im Bezirk lateralwärts vom Tractus zeigen die aus der Rautenlippe sich entwickelnden Zellenschaaren einen schrägen, ventrolateralwärts gerichteten Verlauf, und sie convergiren gegen die Ecke, in welcher sich der Funiculus restiformis bildet.

Den Ausgangspunkt für die Betrachtung des Olivenbezirkes bildet die oben beschriebene Gränzplatte. Sie besteht aus Neuroblasten, welche, aus der Rautenlippe stammend, medialwärts bis zur Gränze des medialen weissen Substanzstreifens vorgerückt sind, und die hier halt gemacht haben. Gegen das weisse Innenfeld setzt sich die Platte verhältnissmässig scharf ab, wogegen ihre laterale Begränzung weniger scharf erscheint. Die Platte nimmt nämlich an ihrer lateralen Fläche zahlreiche Zellenstreifen auf, welche im allgemeinen um so dichter und breiter sind, je näher an der ventralen Markfläche sie liegen. Diese Olivenstreifen bilden mit der ventralen Markfläche sehr spitze Winkel, indem ihr laterales Ende etwas weiter dorsalwärts zu reichen pflegt, als das mediale. Die ventrale Gränzplatte besteht da, wo sie deutlicher ausgebildet ist, aus einer Aufeinanderfolge verdickter Enden von schräg gerichteten Olivenstreifen, und in ihr wechseln daher von früh ab zellenreiche Schichten mit zellenarmen. Eine gleiche Schichtung macht sich auch an der Hauptplatte geltend. Lateralwärts reichen die Olivenstreifen bis in das Gebiet der Seitenkerne herein, ihr Verlauf ist ein gebogener und in der Regel bestehen sie aus je einem dichteren lateralen und medialen Abschnitt, zwischen welche sich ein helleres Mittelstück einschiebt. Die Gränzplatte und die Olivenstreifen bestehen aus Neuroblasten, deren Axencylinder medialwärts gerichtet sind. In der

Gränzplatte bilden dieselben conisch angeordnete Gruppen, deren Faserbüschel dem Septum zustreben.

Die Gränzplatte wird von den Hypoglossuswurzeln in schräger Richtung durchsetzt und zwar ziemlich weit lateralwärts. Insoweit die Hauptmasse der Platte medialwärts von diesen Nerven liegen bleibt, kann sie nur bei Bildung der medialen Nebenoliven Verwendung finden. Bei der Bildung der Hauptolive spielen die oben beschriebenen Olivenstreifen die Hauptrolle und es ist leicht zu sehen, dass zu Ende des 2. Monats das zur Olivenbildung dienende Zellenmaterial noch nicht vollständig an Ort und Stelle gebracht ist. Am Ende

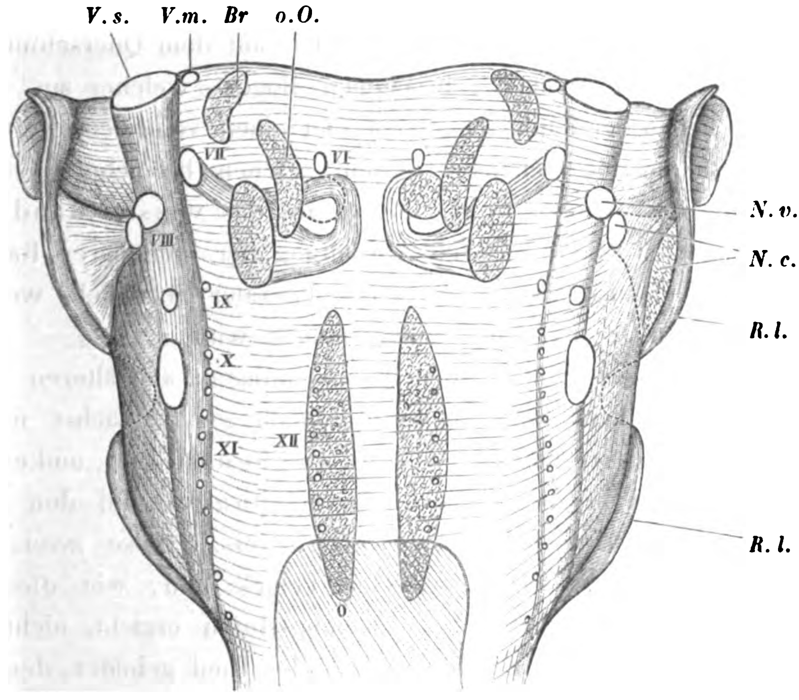


Fig. 17.

Ventrale Flächenansicht des verlängerten Markes von Embryo *Mr*. Constructionsbild. Vergr. 15. — Die Kerne von Olive (bez. die Gränzplatte), oberer Olive, Brücke, Facialis und Abducens sind eingezeichnet. Die Nervenaustritte sind weiss ausgespart. Links vom Beschauer ist die Längsfaserung des Tractus intermedius und Funiculus restiformis eingetragen, rechts sind die den Tractus intermedius umgreifenden und in den F. restiformis übergehenden Bogenfasern dargestellt. Rechts ist der N. cochleae abgeschnitten, man sieht auf den Querschnitt der Fasern, welche den F. restiformis lateralwärts umgreifen. Der intramedullare Verlauf des N. facialis ist links vollständig, rechts nur theilweise eingezeichnet, dafür ist links der Abducenskern nur punktirt angegeben. *O.* Olivengränzplatte, *o.O.* obere Olive, *Br.* zackiger Brückenkern, *N.v.* Nerv. vestibuli, *N.c.* Nerv. Cochleae, *Rl.* Rautenlippe.

des 3. Monats dagegen erscheint die Olive bereits als gezackte Masse, mit ihrer offenen Stelle allerdings noch mehr dorsalwärts gerichtet als später. Ihre secundäre Drehung kommt durch die später auftretenden Pyramiden zu Stande.

Gleichzeitig mit der olivaren Gränzplatte bilden sich in einem höher gelegenen Abschnitte des Rautenhirns die obere Olive und innerhalb des Brückengebietes ein zackiger Kern, den wir als zackigen Brückenkern bezeichnen können. Die Lage dieser beiden Kerne ist aus den Constructionsfiguren 5 und 17 zu entnehmen. Der obere Olivenkern liegt medialwärts vom Facialiskern, den er nach oben überragt (Taf. III). Der zackige Brückenkern steht etwas weiter lateralwärts als die beiden Olivenkerne.

Gliederung der weissen Substanz.

Die weisse Substanzanlage bildet, auf dem Querschnitt betrachtet, einen im Winkel gebrochenen Bogen, welcher aus einem medialen, neben der Raphe liegenden und einem ventralen, die Oberfläche einsäumenden Schenkel besteht. Jenen bezeichne ich mit FLECHSIG als das innere Feld, diesen als die weisse Randzone des verlängerten Markes. Nach Abspaltung der secundären Rautenlippe kommt dazu noch ein kürzerer lateraler Schenkel, welcher vom Funiculus restiformis eingenommen wird.

FLECHSIG[1]) zerlegt nach den Beobachtungen am älteren Fötus sein inneres Feld in mehrere Unterabtheilungen, zunächst in die Vorderstrangreste und die Olivenzwischenschicht, und erstere theilt er wieder in die hinteren Längsbündel und den Vorderstrangtheil der Formatio reticularis. Diese zwei, bez. drei Abschnitte des inneren weissen Feldes sind, wie die Vergleichung der verschiedenen Entwickelungsstufen ergiebt, nicht alle gleichzeitig aufgetreten. Zuerst hat sich der Theil gebildet, den man mit einem sehr unzweckmässigen Namen das hintere Längsbündel nennt. Wir sind diesem Feld schon bei Embryonen vom Beginn des 2. Monats begegnet, und wir haben es dort (S. 36) das primäre Vorderstrangfeld genannt. Dasselbe bildete einen Zwickel, welcher den Vorderhornwulst medialwärts umgriff, und es liess sich constatiren, dass das Feld, gleichwie im Rückenmark, Längsfasern enthält, welche das Vorderhorn der gegenüberliegenden Seite verlassen haben. Das primäre Vorderstrangfeld liegt im Raum zwischen

1) No. 8, S. 332 und Taf. XI, Fig. 2.

der medianen Längsfurche der Rautengrube und dem motorischen Vorderhorn, und es wird sichtbar zu einer Zeit, da das Septum medullae noch sehr niedrig ist. Dieselbe charakteristische Lage im einspringenden Winkel zwischen dem Hypoglossuskern und dem dorsalen Anfangstheile der Raphe kommt auch dem hinteren Längsbündel des entwickelten Markes zu.

Das Septum sowohl, als der zellenführende Bezirk der Grundplatte nehmen im Verlaufe des 2. Monats an Tiefe erheblich zu, und damit gewinnt auch das zwischen beiden eingeschlossene innere weisse Feld entsprechend an Ausdehnung. Dasselbe enthält ein Gerüst von verzweigten Bälkchen und es wird der Quere nach von bogenförmigen zur Raphe tretenden Faserzügen durchsetzt. Im hintern Längsbündel sind diese Faserzüge dünn, im übrigen Feld viel stärker, und deren Zahl nimmt im gesammten Innenfeld mit der Zeit erheblich zu. Die Tiefenzunahme des Septum beruht auf einer Verlängerung seiner Gerüstfasern, womit auch eine Verschiebung einzelner kernhaltigen Zellenleiber einhergeht. Ebenso sind bei der Dickenzunahme der Grundplatte die gerüstbildenden Elemente in erster Linie betheiligt und der durch deren Ausdehnung gewonnene Raum wird weiterhin von den neu sich vorschiebenden Zellen- und Faserzügen durchsetzt.

Die weisse Randzone hat je nach Ort und Entwickelungsstufe etwas verschiedene Breite. Im Allgemeinen beträgt diese zwischen 0,1 und 0,15 mm. Stellenweise dringen die Olivenstreifen so tief in dieselbe vor, dass sie als besondere Schicht kaum mehr vorhanden ist. Ausser dem spongiösen Gerüst enthält die Randzone vor Allem die Züge von gekreuzten Bogenfasern. Etwa von der Mitte des 2. Monats ab (Embryo *CR* Fig. 16), d. h. noch ehe die Olivenzellen in ihre Lage eingerückt sind, begegne ich, wie oben (S. 40) erwähnt wurde, Bündeln, welche von der Raphe aus zur freien ventralen Markfläche hinführen. Diese Faserbündel sind nach rückwärts durch die Raphe hindurch bis zwischen die Zellengruppen der andern Seite zu verfolgen, es sind somit solche, welche die Mittellinien bereits gekreuzt haben und welche auf dem Wege sind, lateralwärts weiter vorzudringen. Anfangs findet man diese gekreuzten Faserbündel in mässiger Zahl und sie laufen in einiger Entfernung von der Mittellinie an der ventralen Oberfläche aus. Zu Ende des 2. Monats

hat ihre Menge erheblich zugenommen, ein guter Theil derselben erreicht nunmehr als Gürtelfasern die laterale Oberfläche des Markes und geht hier in den zu der Zeit auftretenden Funiculus restiformis über.

Im Maschenwerk zwischen den Gerüst- und den Bogenfasern der weissen Randzone finden sich vielfach zertheilte Bündel von feinen Längsfasern. Ihr Gebiet erstreckt sich von der Austrittslinie der Hypoglossuswurzeln seitwärts bis zu der Linie, längs deren die motorischen Seitenhornwurzeln, der Nn. accesorius, vagus und glossopharyngeus das Mark verlassen. Jenseits von dieser Linie treten compacte Stränge von Längsfasern auf, und zwar sind am Querschnitte zwei Hauptfelder unterscheidbar, ein ventral- und ein lateralwärts gerichtetes. Das ventralwärts gerichtete Feld ist von abgeplattet ovaler Gestalt und es besteht aus drei oder vier, durch Bogenfasern unterbrochenen Schichten von groben Fasern, ich bezeichne dasselbe vorerst als Tractus intermedius. Dorsalwärts davon liegt die Subst. Rolandi als gedrängter Zellenhaufen, ventralwärts wird es von der Oberfläche durch einen Gürtel von Bogenfasern geschieden. Die motorischen Seitenwurzeln streifen den medialen Rand des Tractus intermedius, die sensibeln Wurzelbündel von Vagus und Glossopharyngeus halten sich an dessen lateralen Rand, treten indessen grossentheils noch durch den Tractus hindurch.

Der Tractus intermedius ist, soweit ich ihn bis jetzt verstehe, kein einheitliches Gebilde. Sein oberer Theil umfasst die aufsteigende Wurzel des N. trigeminus. Bei Embryo *My* ist der Tractus von oben herab bis in die Höhe der unteren Vaguswurzeln zu verfolgen, und soweit möchte er wohl in der Zeit dem Trigeminus zuzutheilen sein. Bei *Mr* reicht derselbe bis in's Rückenmark herab, sein unterer Theil ist aber erheblich breiter als der obere, was nur verständlich erscheint unter der Voraussetzung eines neu hinzukommenden Antheils. Der Lage nach ist an die Kleinhirnseitenstrangbahn zu denken, welche nach der Darstellung FLECHSIG's lateralwärts von der aufsteigenden Wurzel des Trigeminus und in unmittelbarer Berührung mit dieser sich entwickelt[1]). Ist diese Voraussetzung, die der Prüfung durch weiteres Material bedarf, richtig, so besteht der

1) FLECHSIG No. 8. S. 325 und Taf. XX, Fig. 1.



Tractus intermedius aus der vom verlängerten Mark in's Rückenmark eindringenden Trigeminuswurzel und aus der vom Rückenmark nach dem verlängerten Mark sich ausbreitenden Kleinhirnseitenstrangbahn. Bei *My* ist von letzterer sicherlich noch nichts vorhanden.

Der Tractus intermedius wird von den oberflächlich verlaufenden Bogenfasern theils durchsetzt, theils überlagert. Diese gelangen jenseits davon in ein Feld, das man als das des Funiculus restiformis oder als Area restiformis bezeichnen kann. Dasselbe ist nur unscheinbar, so lange sich die secundäre Rautenlippe nicht abgelöst hat. Nach erfolgter Ablösung nimmt das Feld fast den ganzen Raum ein zwischen der Austrittslinie der äussersten sensibeln Fasern und der Abgangsstelle der Rautenlippe. Die Area restiformis bildet nunmehr einen etwas gebogenen, breiten Streifen, in dessen medioventrale Kante die Bogenfasern eintreten, während die dorsolaterale ein mehr oder minder abgerundetes Bündel von gröberen Longitudinalfasern umschliesst. Letzteres Bündel finde ich in seinen Anfängen schon bei *My* angelegt, aber nur im untersten, an das Rückenmark anstossenden Theil der Medulla oblongata. Schon in der Höhe der Vaguswurzeln fehlt das Bündel nebst den zu ihm hintretenden Bogenfasern. Dagegen zeigt sich dasselbe bei *Mr* bis zur oberen Gränze des verlängerten Markes, es ist erheblich mächtiger als zuvor und verliert seine scharfe Umgränzung in eben dem Maasse, als ihm neue Faserbündel aus den schräg sich umbiegenden Bogenfasern zuwachsen. Den Hauptzuwachs bilden die zum Theil sehr mächtigen Gürtelstränge, d. h. die Bündel von Bogenfasern, welche von der weissen Randzone oder von deren unmittelbarem Gränzgebiet aus in den Funiculus eintreten. Ein Theil dieser Bündel ist schon von der Mittellinie ab innerhalb der Randzone verlaufen, ein anderer Theil hat streckenweise die graue Substanz durchsetzt, und sein Gebiet reicht bis zur dorsalen Gränze des Olivenbezirkes. Da nun die Gürtelstränge zum überwiegenden Theil auf Olivenzellen der gegenüberliegenden Seite zurückführbar sind, so bestätigt sich die Auffassung MEYNERT's [1]), welcher zuerst gelehrt hat, dass die Corpora restiformia Fasern aus der gegenüberliegenden Olive beziehen.

---

1) Bei FLECHSIG No. 8, Taf. XX, Fig. 1 ist der Bezirk der Fasern, welche aus den Oliven und der Formatio reticularis abgeleitet werden, lateralwärts von



Weniger klar ist das Verhalten der Bogenfasern der tiefgelegenen Primärbezirke der grauen Substanz: ein irgendwie ausgiebiger Übertritt solcher Fasern in den Funiculus restiformis ist nicht zu constatiren. Es ist möglich, dass ein solcher erst in Entwickelung begriffen ist, vielleicht gelangen indessen die gekreuzten tieferen Bogenfasern überhaupt nicht in die Funiculi restiformes, sondern biegen in Längsfasern um, oder sie erleiden noch vor Erreichung der Gränze der grauen Substanz ein anderes Endschicksal.

Nervenkerne und Nervenwurzeln. Tractus solitarius.

Jene klare Übersichtlichkeit, mit welcher sich die Nervenkerne und Nervenwurzeln zu Ende des ersten Monats dargestellt haben, ist zu Ende des zweiten Monats nicht mehr vorhanden: die Menge der neu hinzugekommenen Zellen und Faserzüge hat die Einfachheit des ursprünglichen Bildes aufgehoben, und noch fehlt das Moment, welches später die Erkennung der zusammengehörigen Zellengruppen erleichtert, ihre Zusammenfassung durch dichte Gerüstsubstanzen. So ist man beim Studium der Nervenkerne vor allem darauf angewiesen, die an der Oberfläche hervortretenden Wurzelbündel als Ausgangspunkt der Beobachtung zu nehmen und von diesen aus rückläufig die zugehörigen Centren im Mark aufzusuchen[1]).

Der Austritt der Nervenwurzeln aus dem Mark, bez. deren Eintritt in dasselbe geschieht in drei Zeilen (Fig. 17):

in der Zeile der motorischen Vorderhornwurzeln,
\- - - - - Seitenhornwurzeln,
\- - - - sensibeln Wurzeln.

der Kleinhirnseitenstrangbahn und oberflächlicher als diese gezeichnet, nach den Anmerkungen im Text kommen jedoch auch Vermischungen beider Bahnen vor. Jedenfalls ist daraus zu entnehmen, dass die Area restiformis zum grossen Theil noch von der Kleinhirnseitenstrangbahn mit benutzt wird. Bei Embryo *Mr* ist letztere Bahn höchstens in ihrem unteren, dem Tractus intermedius angehörigen Theil vorhanden. Da die Fasern der Area restiformis nur lose geschichtet sind, ist die Möglichkeit eines nachträglichen Eindringens neuer Bestandtheile verständlich.

1) Ausser den oben aufgeführten Reihen von frontal geschnittenen Embryonen habe ich zur Ausarbeitung dieses Abschnittes die quergeschnittenen Embryonen *Zw* (18,5 mm Nl), *Lo* (28,5 mm SSl.) und die vorzügliche Sagittalreihe von *FM* (17,5 mm Nl) benützt.



Jede dieser Zeilen pflegt eine mehrfache zu sein, entsprechend der Zusammensetzung der Nerven aus verschiedenen Bündeln, welche theils hinter einander, theils aber auch neben einander zur Oberfläche treten. Die Zeilen der motorischen Vorder- und der Seitenhornwurzeln sind durch einen breiten Zwischenraum von einander geschieden, dagegen liegen die der letzteren und der sensiblen Wurzeln nahe beisammen, und sie convergiren nach abwärts, bis sie sich am unteren Ende des Vagusgebietes unmittelbar berühren. Der Tractus intermedius trennt theilweise die lateralen motorischen Wurzeln von den sensibeln. Letztere treten mit ihren Bündeln durch dessen laterale Hälfte hindurch, während die motorischen Seitenhornwurzeln seinen medialen Rand streifen.

Von der Brückenkrümmung aus nach abwärts folgen sich in der mittleren Zeile die Bündel des N. abducens und die des N. hypoglossus. Jene, 6—8 an der Zahl, erscheinen in geringem Abstande hinter der Brückenkrümmung und treten in schräger Richtung nach vorn, um sich zu einem Stamm zu vereinigen. Zwischen den hintersten Abducens- und den vordersten Hypoglossusbündeln bleibt ein ziemlich langer, wurzelfreier Raum übrig. Der Hypoglossus geht aus einer Reihe von Wurzelbündeln hervor, die zunächst zu zwei, auf längere Entfernung getrennt bleibenden Stämmchen zusammentreten. Das Austrittsgebiet des Hypoglossus reicht bis zum einspringenden Winkel der Nackenkrümmung. In unmittelbarem Anschluss an die untersten Bündel dieses Nerven folgen die obersten des N. cervic. I. Die zwischen beiden Wurzelgebieten hindurchtretende A. vertebralis bezeichnet an Sagittalschnitten genau, was dem einen und dem anderen angehört.

Die Reihe der seitlichen motorischen Wurzeln beginnt oben mit der compact auftretenden kleinen Portion des Trigeminus, welche sich gleich nach ihrem Freiwerden dem Ganglion Gasseri medialwärts anlagert. In einiger Entfernung davon, aber in derselben Flucht liegend, kommt der N. facialis mit mehreren sehr dicken Bündeln, dann folgt ein längerer leerer Zwischenraum, jenseits dessen die in den Glossopharyngeus übergehenden Bündel frei werden; ihre Austrittsstelle fällt in die Höhe der obersten sensibeln Bündel dieses Nerven. Ebenso treten die in den Vagus übergehenden obersten Seitenhornwurzeln neben dem oberen Rande der sensibeln auf. Von

da aus erstreckt sich eine fortlaufende Reihe hervortretender Bündel bis zum Rückenmark herab, von denen die paar ersten direct in den Vagusstamm übergehen, während die nachfolgenden zum Accessorius sich sammeln.

Verfolgt man die aufgezählten motorischen Wurzeln in's Mark hinein, so ergiebt sich Folgendes: Die Bündel des N. abducens lassen sich zu Zellengruppen zurückverfolgen, welche gleich unter dem subventriculären Facialisstamm liegen. Der hier befindliche Abducenskern ist indessen nicht scharf zu umgränzen, auch erstrecken sich längs der Wurzelbündel kleine Gruppen von Neuroblasten bis tief in die Formatio reticularis herein.

Der N. hypoglossus verhält sich ganz ähnlich wie der Abducens, auch seine Wurzelbündel sind zum Theil bis dicht unter die Lage der Ependymzellen, zu hier liegenden Neuroblastengruppen zu verfolgen, zum Theil aber stammen die Fasern aus solchen Zellen, welche in verschiedenen Tiefen der Formatio reticularis, deren von Innen herkommenden Bündeln sich anlegen. Auch der Hypoglossuskern bildet noch keine abgeschlossene Masse, die ihm angehörigen Zellengruppen liegen zerstreut und durch zellenarme Zwischenfelder von einander getrennt.

Von den Seitenhornnerven kommt der motorische Trigeminus zunächst aus einem dreikantigen Zellenhaufen, welcher gleich diesseits von der Brückenkrümmung seinen Anfang nimmt und der unter dem Boden der Rautengrube am Randtheil der Grundplatte gelegen ist. Der Zellenhaufen verlängert sich nachweisbar in das Brückengebiet hinein, allein ich vermag nicht zu erkennen, wie weit herauf man von einem Trigeminuskern reden darf, und auch über das Verhalten der absteigenden Wurzel gewähren meine Präparate keine entscheidenden Anschauungen.

Der N. facialis tritt mit mehreren compacten Bündeln zur Oberfläche und behauptet den Charakter eines geschlossenen Stammes in seinem gesammten subventriculären Theile, d. h. in der Strecke, welche neben der Mittellinie liegt, im Knie selber und in dem lateralwärts laufenden Querstück. Dagegen bilden die aus dem Kern zum Ventrikelboden heraufsteigenden Wurzeln keine gröberen Bündel, sondern sie treten vereinzelt unter die Ventrikelfläche. Der Kern des Facialis ist ziemlich bestimmt umgränzt, er überragt nach oben nur

um Weniges die Höhe des subventriculären Querstücks, nach unten hört er in der Höhe der ersten austretenden Glossopharyngeuswurzeln auf. Ventralwärts reicht er bis unweit vom Rand der Formatio reticularis, medialwärts von seiner oberen Hälfte liegt der Kern der oberen Olive, lateralwärts davon die austretenden Facialisbündel und ein daneben befindlicher Zellenhaufen, der (Taf. III) zur Substantia gelatinosa gehört.

Die Kerne der motorischen Wurzeln von Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius liegen gleich dem motorischen Trigeminuskern unter und etwas medialwärts von der Rinne, welche am Boden der Rautengrube die Flügel- von der Grundplatte scheidet. Auch diese Kerne bilden keine zusammenhängenden Massen, sondern bestehen aus kleinen, mehr oder minder bestimmt umschriebenen Zellenhaufen, von denen einige auf dem Querschnitt eine dreieckige Grundform darbieten.

Das Verhalten der in das Mark eintretenden sensibeln Wurzeln ist am besten an Sagittalschnitten zu studiren, obwohl auch diese keine nach allen Richtungen hin entscheidenden Anschauungen geben. Jeder der drei sensibeln Nerven, der Trigeminus, Glossopharyngeus und Vagus geben einen starken Complex von Fasern an eine dem Rückenmark zustrebende sog. aufsteigende Wurzel ab[1]. Die aufsteigende Wurzel des erstgenannten Nerven verläuft im Tractus

1) Den Ausdruck »aufsteigende Wurzel« habe ich in dieser und in früheren Arbeiten beibehalten, der Sinn jedoch, den ich mit dem Wort verbinde, ist ein anderer als der ursprünglich gemeinte. Clarke und Meynert, die meines Wissens zuerst von aufsteigenden Glossopharyngeus-, Vagus- und Trigeminuswurzeln gesprochen haben, sind von der Voraussetzung ausgegangen, dass diese Wurzeln in tiefer liegenden Abschnitten des Centralorganes entspringen und von da aus in aufsteigender Richtung ihre Austrittsstelle erreichen. Diese Auffassung haben auch die späteren Forscher getheilt und sie haben beim Gebrauch der Bezeichnung einer »aufsteigenden Wurzel« ganz allgemein die Verlaufsrichtung des intermedullar gelegenen Wurzelstückes im Auge gehabt. Nun wachsen aber die Wurzeln der oben genannten Nerven von den Ganglien aus in's Gehirn herein und von da aus in der Richtung des Rückenmarkes weiter. Es wäre daher gerechtfertigt gewesen, die bisherige Bezeichnung in die von »absteigenden Wurzeln« umzukehren. Ich habe mich hierzu nicht entschliessen können, weil ich befürchten musste, dadurch Verwirrung zu schaffen. Es kann auch die bisherige Bezeichnung sehr wohl beibehalten werden, nur haben wir das Wort »aufsteigend«, anstatt auf die intramedullare, auf die zwischen Ganglion und Gehirn gelegene, extramedullare Strecke

intermedius, die von Glossopharyngeus und Vagus treten in den Tractus solitarius, ausserdem aber gehen von diesen Nerven auch starke Bündel nach anderen, z. Th. entgegengesetzten Richtungen ab, ebenso laufen die Fasern des N. acusticus nach ihrem Eintritt in's Mark nach völlig verschiedenen Richtungen auseinander. Dies Auseinanderstrahlen der in das Mark eintretenden Nerven erscheint in einem neuen Licht, seitdem wir durch RAMON Y CAJAL wissen, dass die in das Rückenmark eintretenden sensibeln Fasern sich theilen und dass jeder ihrer Theilzweige feine Collateraläste nach der grauen Substanz entsendet. Dies gilt, wie KÖLLIKER gezeigt hat, auch für die Nn. Trigeminus, Glossopharyngeus und Vagus.

Es muss monographischen Arbeiten vorbehalten bleiben, für jeden dieser Nerven die genaue Endigungsweise festzustellen und die nachfolgenden Bemerkungen können sich nur auf das gröbere Verhalten derselben unmittelbar nach ihren Eintritt in's Mark beziehen.

N. trigeminus. Wie alle Nerven, die aus umfänglichen Ganglien kommen, so besteht auch der N. trigeminus in seinem Wurzelstück aus Bündeln von gekreuztem Verlauf, hintere Bündel treten nach vorn, vordere nach rückwärts, mediale Bündel lateralwärts, laterale medialwärts. Weitaus die Hauptmasse der Fasern wendet sich kurz nach ihrem Eintritte in's Mark spinalwärts und geht in die aufsteigende Wurzel über. Diese besteht aus drei bis vier flachen Bündeln, welche aus dem vorderen Theil des Ganglion hervorkommen und, unter einem rechten Winkel umbiegend, nahe an der Oberfläche ihren Weg nehmen. Die Bündel divergiren etwas gegen die Eintrittsstelle des N. vestibuli hin, dann treten sie wieder näher zusammen, in der Folge kreuzen sie sich noch mit den sensibeln Bündeln des Glossopharyngeus und des Vagus. Das untere Ende der aufsteigenden Trigeminuswurzel ist schwer zu bestimmen, weil die vom Rückenmark herkommende Kleinhirnseitenstrangbahn sich an sie anlagert. Der oben beschriebene Tractus intermedius besteht anfangs nur aus der aufsteigenden Trigeminuswurzel, später umfasst er

---

zu beziehen. In dem Sinn können wir auch die Wurzeln des N. olfactorius und den N. opticus als »aufsteigend« bezeichnen. Gleichbedeutend mit der Bezeichnung einer »aufsteigenden Wurzel« ist diejenige einer »Hinterstrangbildung« des Gehirns (man vergl. No. I, S. 376).



die beiden in entgegengesetzter Richtung zusammentreffenden Bildungen. Zwischen den Bündeln des Stranges und mediodorsalwärts von ihm finden sich dichter gehäufte kleine Zellen als Anlage der Substantia gelatinosa. Vou aussen her werden die Bündel von den in den Funiculus restiformis übergehenden Bogenfasern umgriffen. (Man vergl. auch Taf. II bis IV.)

Noch schwieriger zu entwirren sind die Verhältnisse der übrigen in das Mark eindringenden Wurzelbündel des Trigeminus. Der medialste Abschnitt der Wurzel wird von starken Bündeln eingenommen, welche aus dem dritten Aste stammen und nach ihrem weit vorn erfolgenden Eintritt die Richtung nach dem Ventrikelboden einschlagen. Diese Bündel sind wohl durchweg der motorischen Por-

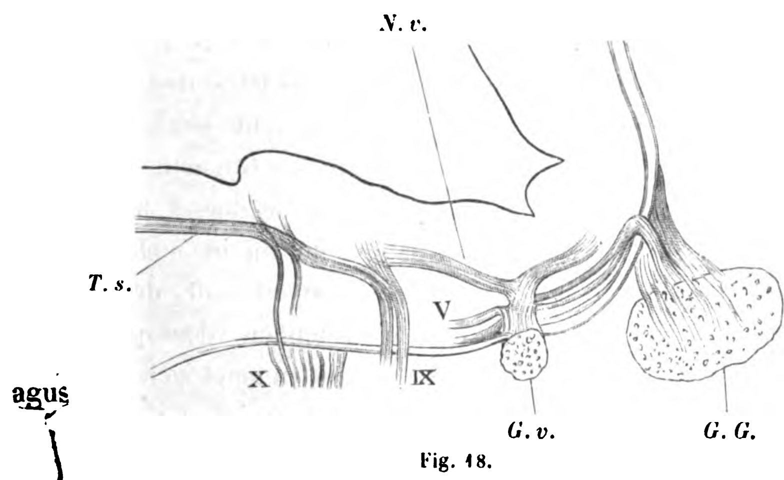


Fig. 18.

Seitlicher Sagittalschnitt durch das verlängerte Mark des 7wöchentl. Embryo *FM.* Die Figur ist ein vereinfachter Auszug der in Taf. IV mitgetheilten Photographie und ich verweise auf die Erklärung jener Tafeln. *G. G.* Ganglion Gasseri, *G. v.* Ganglion vestibuli, *N. v.* Nervus vestibuli, gablig sich spaltend, *T. s.* Tractus solitarius, V. N. trigeminus, IX. Glossopharyngeus. X. N. vagus.

tion des Nerven zuzuweisen. Dagegen giebt der laterale Theil der Wurzel zahlreiche Bündel, welche am Tractus intermedius vorbei tiefer in's Mark eindringen, dann aber die Schnittebene verlassen. Weiterhin zeigen die am meisten lateral gelegenen Sagittalschnitte schon sehr starke Längsbündel, welche eine Strecke weit cerebralwärts verlaufen, und dieselben Bündel sind auch an solchen Schnitten leicht wieder zu finden, welche den Brückentheil des Rautenhirns flach treffen. Sie stammen aus den medial gelegenen Abschnitten des Ganglions, nehmen aber infolge ihres schrägen Verlaufes die Seitenhälfte des Eintrittsfeldes ein. Diese Fasern kommen in schräger

Richtung mit denen des Funiculus restiformis zusammen. Ihre Verlaufsrichtung macht wahrscheinlich, dass sie in's Cerebellum eindringen, immerhin vermag ich hiefür noch keine bestimmten Belege beizubringen.

Die beiden Stämme des N. acusticus treten in gekreuzter Richtung an das Mark heran[1]) und nehmen in bekannter Weise den Funiculus restiformis zwischen sich. Der N. vestibuli, etwas über dem N. cochleae und medialwärts vom Funiculus restiformis eintretend, ist von den Bündeln des Tractus intermedius theilweise noch durchwachsen. Dann wendet er sich in leichtem Bogen dorsal- und etwas medialwärts, ohne indessen den Boden des Ventrikels zu erreichen. Sagittalschnitte zeigen, dass der N. vestibuli in zwei schwalbenschwanzförmig auseinander weichende dicke Bündel zerfällt, das eine derselben wendet sich cerebralwärts und ist über den Bündeln des Tractus intermedius hinweg bis in die Höhe des Trigeminuseintritts zu verfolgen, dann löst es sich auf und seine Theilstücke verlieren sich zwischen den Zellengruppen dieser Gegend. Das zweite Bündel verläuft spinalwärts und zwar in schräg dorsal ansteigender Richtung. Auch dieses Bündel zerfällt weiterhin in mehrere Theilstücke. Theile desselben lagern sich unzweifelhaft dem Tractus solitarius an, da wo dieser aus den eintretenden Glossopharyngeusbündeln seinen Anfang nimmt. An Querschnitten zeigt sich der hintere Abschnitt des N. vestibuli als flaches Bündel, welches von der Eintrittsstelle dieses Nerven ab bis zu derjenigen des N. glossopharyngeus verfolgbar ist, allmählich schwächer werdend und seine bestimmte Umgränzung verlierend.

Der N. cochleae umgreift im Bogen den Funiculus restiformis und dringt, zwischen diesem und der Rautenlippe hindurch, als geschlossener Stamm bis unter die Ependymschicht des Ventrikelbodens, hier breiten sich seine Fasern nach verschiedenen Richtungen auseinander, indem sie den letztern als Tuberculum acusticum hügelartig emporwölben. Der Eintrittstheil des Cochlearnerven wird von Zellenstreifen der Rautenlippe durchsetzt, welche bis ventralwärts vom Funiculus restiformis vordringen[2]).

1) Hierüber zu vergleichen die Abhandlung meines Sohnes No. 10, S. 1 u. ff.
2) Abgebildet ebendaselbst Fig. 18.

Die cerebralen Fasern der Portio intermedia scheinen sich den rückläufigen Fasern des N. vestibuli anzuschliessen.

Der N. glossopharyngeus tritt mit seinen Bündeln durch die laterale Hälfte des Tractus intermedius und die darauf folgenden Zellenschichten hindurch in den Tractus solitarius ein. Dieser ist anfangs schmal, nimmt aber dann an Breite zu und wird durch hindurchtretende Markstrahlen in mehrere nebeneinander liegende Bündel zerlegt. Beim vierwöchentlichen Embryo war der Tractus noch sehr kurz gewesen[1]), dann aber hat er sich rasch verlängert und schon von der 6. Woche reicht er bis in das Rückenmark herab. Am Schluss des 2. Monats lässt er sich als zusammenhängendes Bündel noch ein gutes Stück über die Nackenkrümmung hinaus verfolgen und geht dann seitwärts in die Längsbündel des Rückenmarkes über.

Die Vagusbündel treten auch ihrerseits bis zum Tractus solitarius herauf und biegen in demselben um. Dies Verhalten ist seit Roller's[2]) Arbeiten in Abrede gestellt und der Tractus solitarius nur dem Glossopharyngeus zugetheilt worden. Sagittalschnitte von Embryonen lassen indessen nicht den geringsten Zweifel am Übergang von Vagusbündeln in den Strang.

Sowohl die Wurzelbündel des Glossopharyngeus als die des Vagus entsenden ausser den in den Tractus eingehenden Fasern auch solche, welche andere Richtungen einschlagen. Mit der Annäherung an den Tractus zerfallen nämlich die einzelnen Bündel in einen stärkeren, in den Tractus einlenkenden Theil und in einen zweiten schwächeren, dessen Fasern den Tractus überschreiten und sich zwischen den Zellen am Boden der Rautengrube verlieren.

Rückblick auf den zeitlichen Ablauf der Markentwickelung.

Das Studium der Markentwickelung lehrt uns in der Zeit einen für die Beurtheilung des Markbaues äusserst wichtigen Factor kennen.

1) No. I, S. 374 und Taf. I u. II, Fig. 1 u. 4.

2) Roller im Archiv f. mikr. Anat. Bd. XIX (No. 12), man vergl. auch die unter Hitzig's Leitung geschriebene Dissertation von Böttiger, No. 12.

In einem jeden seiner Querschnitte enthält das verlängerte Mark Bestandtheile, die von früh ab vorhanden gewesen und solche, die erst später hinzugekommen sind. Die letztern hinwiederum können in ganz verschiedenen Perioden im Querschnitte erschienen sein, sei es, dass die betreffenden Zellen und Fasern sich erst später gebildet und ausgebreitet haben, sei es dass Faserzüge grössere Strecken durchmessen mussten, ehe sie den Ort des Querschnittes erreichen konnten. Neu hinzutretende Theile können sich, soweit dies der Raum erlaubt, zwischen bereits vorhandene eindrängen, noch häufiger aber lagern sie sich den letztern von Aussen her auf. Es besteht somit eine streng gesetzmässige Beziehung zwischen der zeitlichen Reihenfolge, nach welcher die Theile eines Markdurchschnittes auftreten und ihrer topographischen Anordnung. Diese Beziehung geht soweit, dass wir aus der Lagerung eines Theiles auf den relativen Zeitpunkt seiner Entwickelung schliessen können und umgekehrt. Für das verlängerte Mark lässt sich im Allgemeinen der Satz aussprechen, dass die Theile eines Querschnittes um so früher vorhanden gewesen sind, je näher sie dem Ventrikel liegen, und umgekehrt, dass die zuletzt auftretenden Theile die oberflächlichsten Lagen einnehmen.

Am frühesten sondert sich die Schicht von Spongioblasten, welche wir oben als Ependymzellen bezeichnet hatten, oder das sog. Ventrikelepithel. Die Fortsätze dieser Spongioblasten durchsetzen das Mark in radiärer Richtung und nach seiner jeweiligen Dicke. Während geraumer Zeit wächst das von ihnen gebildete Gerüst durch successive Längenzunahme der einzelnen Balken, und dem Auftreten neuer nervöser Schichten des Markes geht stets die Bildung des zu ihrer Aufnahme bestimmten Gerüstlagers voraus.

Wie die Ependymzellen zuerst sich ausbilden, so hört auch bei ihnen der Nachschub neuer Elemente zuerst auf, oder mit andern Worten beschränkt sich die Entwickelung neuer Spongioblasten auf einen kurzen und sehr frühen Zeitraum. Am Ende der 5. Woche beobachte ich noch unzweifelhafte Kernvermehrungen innerhalb von Ependymzellen, später sind mir ähnliche Bilder nicht mehr begegnet. Die Bildung neuer Nervenzellen hält dagegen bis zum Schluss des 2. Monats an.

Auf die Bildung der Spongioblastenlager folgt der Zeit nach die Ausscheidung jener Neuroblastengruppen, welche die motorischen

Kerne zu liefern haben. Diese Gruppen liegen anfangs fast alle nahe an der freien Oberfläche des Markes und entsenden ihre Fasern auf kürzestem Wege über diese hinaus. Nur die Fasern des N. Facialis und die des Trochlearis machen eine Ausnahme von dieser Regel. Allein auch sie treten sehr frühzeitig auf, und so erscheint es als durchgreifendes Entwickelungsgesetz, dass von allen aus Markneuroblasten stammenden Nervenfasern nur die zu allererst entstehenden frei werden können. Alle Fasern späterer Bildung sind darauf angewiesen, ihre Bahnen intramedullar zu suchen.

Fast gleichzeitig mit den ersten motorischen Wurzeln entwickeln sich die ersten Systeme von Bogenfasern. Von den dorsalen Abschnitten des Markes ausgehend, wachsen dieselben ventralwärts aus, um entweder die Mittellinie zu überschreiten, oder um auf derselben Seite in Längsbündel überzugehen. Die zuerst auftretenden Bogenfasern durchsetzen noch grossentheils die motorischen Kerne, oder sie verlaufen selbst nach einwärts von ihnen. In der Folge nimmt indessen immer mehr die Menge derjenigen Bündel zu, welche die Kerne von Aussen her umgreifen und die somit die Bildung der eigentlichen Formatio reticularis einleiten. Diese Bündel sind im Allgemeinen kräftiger, als die zuerst aufgetretenen. Sie stammen ursprünglich durchweg aus Zellen der Flügelplatte, aber mit den Faserbündeln rücken auch die einzelnen Neuroblasten medialwärts vor. Bogenfasern und Bogenzellen kreuzen sich mit Fasern und Zellen, welche in radiärer Richtung aus der Innenschicht der Grundplatte hervordringen, und so wandelt sich durch die Vermengung der aus verschiedenen Quellen kommenden Elemente der ventrale Abschnitt der primären Grundplatte zur Netzsubstanz um.

Die ersten Bogenfasern der grauen Substanz sind schon lange vor Bildung und Verwachsung der Rautenlippe vorhanden (Fig. 13). Zeitlich gliedert sich somit die graue Substanz in drei sich folgende, allerdings unscharf von einander gesonderte Schichten: die der Ependymzellen, die der motorischen Kerne und die der reticulären Substanz. Dieselben liegen gemäss der Folge ihrer Enstehung, die innerste ist die zuerst, die äusserste die zuletzt gebildete. Der Tractus solitarius ist noch völlig ausserhalb der grauen Substanz jenseits vom lateralen Ende der primären Formatio reticularis.

Nunmehr folgt nach Verwachsung der Rautenlippe die Bildung



jenes den Tractus solitarius von aussen umwachsenden Zellenstromes, aus welchem, wie wir oben sahen, der Complex der Olivenkerne sich zu bilden hat. Rasch nimmt die Breite dieses Stromes zu und damit gleichzeitig die Zahl der Faserbündel, welche die Richtung nach der Mittelebene hin einschlagen. Das innere weisse Feld wird von den Faserbündeln wie von Leitersprossen durchsetzt. Wo man bei jüngern Embryonen deren nur 4—6 zählen konnte, da finden sich deren später 10—12 und schliesslich gegen Ende des 2. Monats 20—30. Die innersten Sprossen sind die zuerst, die äussersten die zuletzt entstandenen, und es giebt die Reihenfolge derselben unmittelbaren Aufschluss über deren relatives Alter.

Der hier ausgesprochene Satz ergiebt sich aus der primären Anordnung der sich entwickelnden Faserzüge. Schon vor Bildung der Rautenlippe und ebenso in der nachfolgenden Zeit erscheinen alle der Raphe zuwachsenden Faserbündel medioventralwärts gerichtet. Sie verlaufen mit ihren medialen Enden näher an der Oberfläche, als mit den lateralen (Fig. 13, 14 und 15). Die oberflächlicher liegenden Neuroblasten senden ihre Fasern zunächst in die weisse Randschicht und nur mittelbar, durch kurze oder längere Strecken von dieser hindurch, zum Innenfeld und zur Raphe. Gemäss dem Vorhandensein der ventralen Mittelfurche erfahren sie dann beim Eintritt in die Raphe mehr oder minder ausgiebige Verbiegungen. Die in einem gegebenen Zeitpunkt äussersten Bogenfasern des Innenfeldes und der Raphe bleiben dies nicht lange, denn sie werden bald von anderen, von der Seite her kommenden Bündeln überlagert. Bei Embryonen der 5. und 6. Woche beobachtet man zahlreiche Bündel, welche in der Nähe der Oberfläche, medioventral gerichtet, auslaufen. Dieselben bestehen aus Fasern, welche auf dem Weg zu ihrem Ziel begriffen sind, dasselbe aber noch nicht erreicht haben. Von diesen im Vordringen begriffenen Bündeln erreichen aber jeweilen die mehr lateralwärts auslaufenden die Mitte später, als die medial davon endigenden, und sie haben ihren Weg an deren äusserer Seite vorbei zu nehmen.

Die auf kürzere oder längere Strecke in der weissen Randschicht verlaufenden Bogenfasern werden in der Folge in die graue Substanz mit aufgenommen, indem sie von Zellenmassen eingeholt werden, welche, sei es von der Grund-, sei es von der Flügelplatte ab-

stammen. Die graue Masse der Grundplatte wächst nämlich auf Kosten der weissen Randschicht, indem sie ihre Elemente immer tiefer in diese vorschiebt. Vorübergehend kann die weisse Randschicht beinahe vollständig verbraucht erscheinen.

Für das innere Feld ergiebt sich nach dem früher Gesagten die Lagerungsweise der einzelnen Abtheilungen genau nach der zeitlichen Reihenfolge der Bildung, zuerst entsteht der primäre Vorderstrang oder das hintere Längsbündel, dann Flechsig's Vorderstrangtheil der Formatio reticularis, die Substantia reticularis alba neuerer Autoren. Diese ist ebenso, wie die intermediäre Reticulärschicht der grauen Substanz aus der ursprünglichen Anlage der Grundplatte hervorgegangen. Mit den Olivenkernen tritt sodann die Olivenzwischenschicht auf, und in einer sehr viel späteren Zeit folgen die Pyramiden. Am Ende des 2. Monats ist noch nicht einmal das Lager für die letzteren vorhanden. Die an die ventrale Mittelfurche anstossende Ecke der weissen Randzone erscheint als der Ort, wo wir die Pyramiden zu suchen haben. Allein zu der Zeit finden wir dies Gebiet von reichlichen und dichten Zügen von Bogenfasern durchsetzt, wie sie in einer nachfolgenden Periode nur noch dorsalwärts von den Pyramiden vorhanden sind. Sind dann endlich die ersten Pyramidenbündel angelegt, so zeigen sie sich an ihrer ventralen Fläche nackt. Noch später als die Pyramiden und als allerletzte Bildung treten die die Pyramiden umfassenden äusseren Gürtelfasern auf.

Innerhalb des inneren weissen Feldes bildet sich durchweg das Gerüst vor den Längsfasern. Letztere scheinen aber in derselben Reihenfolge wie dieses aufzutreten. So finde ich z. B. bei Embryo *My* die ventrale Hälfte des inneren Feldes noch anscheinend frei von Längsfasern, indessen das Gerüst sich schon scharf vom durchsichtigen Grunde abhebt. Bei *Mr* dagegen enthält auch die ventrale Hälfte des Innenfeldes Längsfasern. Allerdings liegen sie hier noch minder dicht als in den hintern Längsbündeln, und das innere Feld erscheint daher, bei schwacher Vergrösserung gesehen, durchsichtiger als das äussere.

Besonders beachtenswerth erscheint die Stellung der aufsteigenden Trigeminuswurzel. Zur Zeit ihres ersten Auftretens lagert sich die Wurzel, gleich den Wurzeln von Glossopharyngeus und Vagus,

dem Medullarrohr äusserlich an[1]). Diese Anlagerung geschieht für alle drei Nerven in derselben Längszone, nämlich etwas dorsalwärts von der Seitenkante des Marks. Eine entpsrechende Lagerung zeigen auch die sensibeln Wurzeln der Rumpfnerven bei ihrem Herantreten an das Rückenmark. Während aber diese zu einer einheitlichen Bildung, dem primären Hinterstrang sich vereinigen, treffen im verlängerten Mark der den Glossopharyngeus und Vagus aufnehmende Tractus solitarius und der Tractus Trigeminus nicht zusammen, sondern sie bleiben durch einen breiten Zwischenraum von einander geschieden.

Das Verhalten wird verständlich, so wie man sich davon Rechenschaft giebt, dass das Auswachsen der Nervenfasern mit einer gewissen Langsamkeit vor sich geht. Der Trigeminus erreicht das Mark erheblich weiter oben, als die Nn. glossopharyngeus und vagus, er braucht somit eine gewisse Zeit, um in das Niveau der letztern zu gelangen. Eine Verbindung seiner aufsteigenden Wurzel mit dem Tractus solitarius wäre möglich gewesen, wenn die Begegnung beider Bildungen vor Umlegung der Rautenlippe erfolgt wäre. Indem aber letztere den Tractus solitarius vor Anlangen des Trigeminus umgriffen hat, ist die Möglichkeit einer Verbindung abgeschnitten worden und der letztere Nerv musste seinen Weg an der Aussenfläche der von der Rautenlippe gelieferten Zellenmassen vorbei nehmen. Die aus den Olivenkernen stammenden Gürtelfasern kommen zum Theil noch später als die Trigeminuswurzel an der betreffenden Stelle an und gehen daher an dieser vorbei in den gleichfalls oberflächlich sich anlegenden Funiculus restiformis über.

In einer späteren Arbeit gedenke ich die Geschichte von Kleinhirn und Brücke zu geben, und da wird sich auch am letzteren Organ zeigen, wie uns das Princip vom schichtenweisen Aufbau der Theile für deren Verständniss einen sicheren Schlüssel gewährt.

1) No. 1, S. 364, Fig. 24.

Nachtrag.

Seit Abschluss obiger Arbeit ist mir durch die Güte von Herrn Collegen J. Kollmann in Basel ein in Schnitte zerlegter menschlicher Embryo von 17 mm Nl geschenkt worden (Embryo *Bury* oder *Bu*). Conservation des Embryo und Schnitte sind trefflich, die Entwickelungsstufe ist in meinen bisherigen Schnittreihen ungenügend vertreten gewesen, und so habe ich an diesem neuen Material eine Anzahl von ergänzenden Beobachtungen machen können. Folgende Punkte scheinen mir der besonderen Anführung werth zu sein:

1) Die aufsteigende Wurzel des N. trigeminus ist noch kurz, ihre Bündel sind bis in die Höhe des N. acusticus nachzuweisen, in der des N. glossopharyngeus sind keine mehr vorhanden.

2) Der N. vestibuli geht medullarwärts in eine schräge Faserplatte über, welche sich durch eine Reihe von Schnitten hindurch verfolgen lässt und die schliesslich die dorsolaterale Seite des vom N. glossopharyngeus ausgehenden Tractus solitarius erreicht.

3) Medialwärts vom N. vestibuli, zwischen ihm und den untersten Bündeln des N. facialis, tritt der N. Wrisbergi vom Knieganglion aus als selbstständiges Bündel in das Mark. Das Bündel ist durch seine compacte Beschaffenheit und seine groben Faserbündel charakterisirt, und es verläuft, dem medialen Rand der Acusticusplatte folgend, spinalwärts, dann erreicht es den eintretenden N. glossopharygeus und schliesst sich demselben bei seinem Übergang in den Tractus solitarius an. Es kommt somit innerhalb des Markes zu einer Zusammenfassung der Geschmacksnerven der vorderen und hinteren Zungenhälfte. Jene sind in dem N. Wrisbergi, bez. in der Chorda tympani, diese in dem N. glossopharyngeus enthalten.

4) Die von der festgewachsenen Rautenlippe ausgehenden Zellenmassen sind zu einzelnen Olivenstreifen angeordnet, dagegen existirt noch keine der Mittelebene zugekehrte olivare Gränzplatte.

5) Entsprechend der wenig fortgeschrittenen Entwickelung der Olivenanlagen fehlt noch jede Spur eines Funiculus restiformis.

Citirte Litteratur.

1) W. His, Zur Geschichte des Gehirns. Abh. der K. S. Ges. d. Wissensch., phys. math. Abth. 1888, Bd. XIV, No. VII.
2) W. Braune, Atlas der topogr. Anatomie. 3. Aufl. Leipzig 1888.
3) W. Waldeyer, Medianschnitt einer Hochschwangeren. Bonn 1886.
4) G. Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.
5) B. Stilling, Über den Bau der Medulla oblongata. Erlangen 1843.
6) W. Krause, Handbuch der menschl. Anatomie. Hannover 1876 und 1879.
7) Meynert, Vom Gehirn der Säugethiere in Stricker's Hdb. der Gewebelehre. Leipzig 1872. Bd. II.
8) P. Flechsig, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. Leipzig 1876.
9) W. His, Die Neuroblasten und ihre Entstehung im embryonalen Mark. Abh. d. K. S. G. d. Wissensch. Leipzig 1889.
10) W. His jun., Zur Entwickelungsgesch. des Acustico-Facialisgebietes. Archiv für Anat. u. Phys., anat. Abth. 1889, Suppl. S. 1.
11) Roller, Archiv für mikr. Anat. Bd. XIX. Der centrale Verlauf des N. glossopharyngeus.
12) Böttiger, Beitrag zur Lehre von den chron. progr. Augenmuskellähmungen und zur feinern Hirnanatomie. Archiv f. Psychiatrie. Bd. XXII.
13) Burdach, Vom Bau und Leben des Gehirns. Leipzig 1822. Bd. II.
14) Reichert, Der Bau des menschl. Gehirns. Leipzig 1859.

Erklärung der Tafeln I—IV.

Taf. I. Sagittalschnitt des 7wöchentl. menschl. Embryo *FM*. Vergr. 10. — Der Schnitt liegt nahe an der Mittelebene und zeigt die verschiedenen Axenkrümmungen des Hirnrohres, die Nackenkrümmung, die Brückenkrümmung, die ventrale Ausbiegung des Isthmus, die hintere und die vordere Scheitelkrümmung. Nahe an der Basis des verlängerten Markes sind die untere und die obere Olive als dunkle Streifen sichtbar. Am Vorderhirn zeigt der Boden zwei tief zur Basis herabreichende Spalten, den Recessus infundibuli und Rec. opticus. Über dem ersteren wölbt sich das Corpus mammillare gegen die Sattelspalte vor. Vor dem Recessus opticus liegen zwei Buchten mit breiterem Eingang, von denen die vordere hakenförmig zurückgebogen ist. Es sind dies die Höhlungen des hinteren und des vorderen Riechlappens. Das zurückgebogene Ende des vordern Riechlappens ist der Bulbus olfactorius.

Taf. II. Querschnitt durch das verlängerte Mark (Vagustheil) des 8wöchentl. Embryo *Mr*. Vergr. 42. Zu vergleichen die Darstellung im Text S. 49 u. ff.

Taf. III. Querschnitt durch das verlängerte Mark desselben Embryo (Gränze zwischen Acusticustheil und Rautenbreite). Vergr. 34. Man sieht unter dem Boden des Ventrikels beiderseits den N. facialis als gebogenen hellen Streifen lateralwärts tretend. Links ist der aus seinem Ganglion hervortretende N. vestibuli eine Strecke weit in das Mark verfolgbar, dann verlieren sich die Bündel plötzlich, indem sie die Schnittebene verlassen. Lateralwärts vom N. vestibuli liegt quergetroffen der Funiculus restiformis. Die aufsteigende Trigeminuswurzel, auf Taf. II als flaches Band sichtbar, erscheint bei Taf. III vom N. vestibuli durchschnitten, ein Theil ihrer Faserbündel liegt noch medialwärts von diesem Nerven. Dorsalwärts davon liegt als dunkler Fleck die Substantia gelatinosa, sie wird vom N. facialis medialwärts gestreift. Der auf die Subst. gelatinosa folgende etwas aufgelockerte Kern gehört dem Facialis an, und medialwärts von diesem liegt der dichte Kern der oberen Olive. Der Facialiskern steht vom ventralen Markrand etwas weiter ab als die Subst. gelat. und als die obere Olive.

Taf. IV. Seitlicher Sagittalschnitt durch den Kopf von Embryo *FM*. Vergr. 21. Der Schnitt enthält einen Theil der Medulla oblongata und das Gebiet der Rautenbreite. Vor und etwas unterhalb von der Brückenkrümmung liegt das breite Ganglion Gasseri. Von den obersten aus ihm hervorkommenden Fasern sieht man zwei Bündel medullarwärts umbiegen. Dieselben verlaufen nahe am basilaren Markrand und parallel mit diesem. In der Nähe des N. glossopharyngeus treten sie in einen breiten hellen Streifen über, welcher von da ab bis zum hinteren Ende des Schnittes verfolgbar ist. Bis über den Vaguseintritt hinaus zeigt dieser

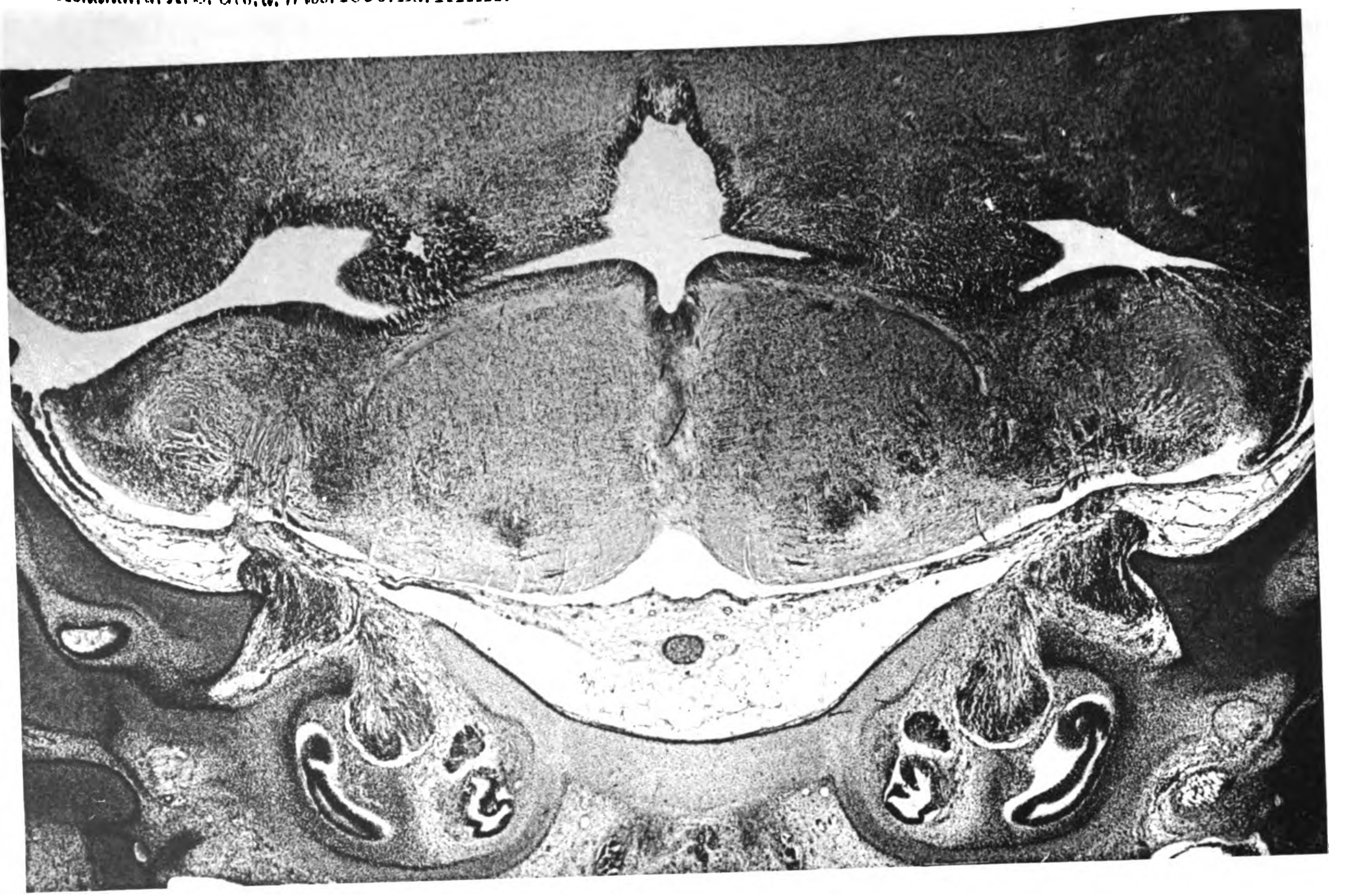
Streifen eine Längsfaserung, welche sich als Fortsetzung der Trigeminusbündel deuten lässt. Der dunkle Fleck über den in's Mark eintretenden Trigeminusbündeln gehört zur Subst. gelatinosa.

Medullarwärts vom G. Gasseri folgt, von einer Knorpelkapsel umschlossen, das Labyrinth und zwar dessen Vestibulartheil. Vom Ganglion vestibuli ist ein Stück als dunkler Fleck sichtbar. Von ihm aus treten breite Bündel des Vorhofsnerven in's Mark, welche sich mit denen des Trigeminus kreuzen. Jenseits von letzterem wendet sich ein Theil des Vorhofsnerven medullarwärts, ein anderer geht in entgegengesetzter Richtung. Beide Theile verlieren sich weiterhin, indem ihre Bündel die Schnittebene verlassen. Die medullarwärts streichenden Bündel sind bis dicht an den Tractus solitarius zu verfolgen, dessen dorsalen Rand sie berühren.

Hinter dem Gehörorgan tritt der N. glossopharyngeus mit zwei dicken Strängen in's Mark ein. Ein Theil von den Fasern desselben biegt in den, von da ab scharf sich umgränzenden Tractus solitarius um, andere Faserzüge überschreiten den letzteren und laufen zwischen den ventrikelwärts davon befindlichen Zellenmassen aus. Der N. vagus erscheint ausserhalb des Markes mit 8—10 kurzen Bündeln. Im Mark selber sind nur zwei Vagusbündel sichtbar, welche beide mit leicht geschwungenen Bogen in den Tractus übergehen. Die Beobachtung unter dem Mikroskop zeigt auch für diesen Nerven, dass einzelne Faserbüschel den Tractus überschreiten und unterhalb des Ventrikelbodens sich verlieren. Man vergl. auch Fig. 18 des Textes.



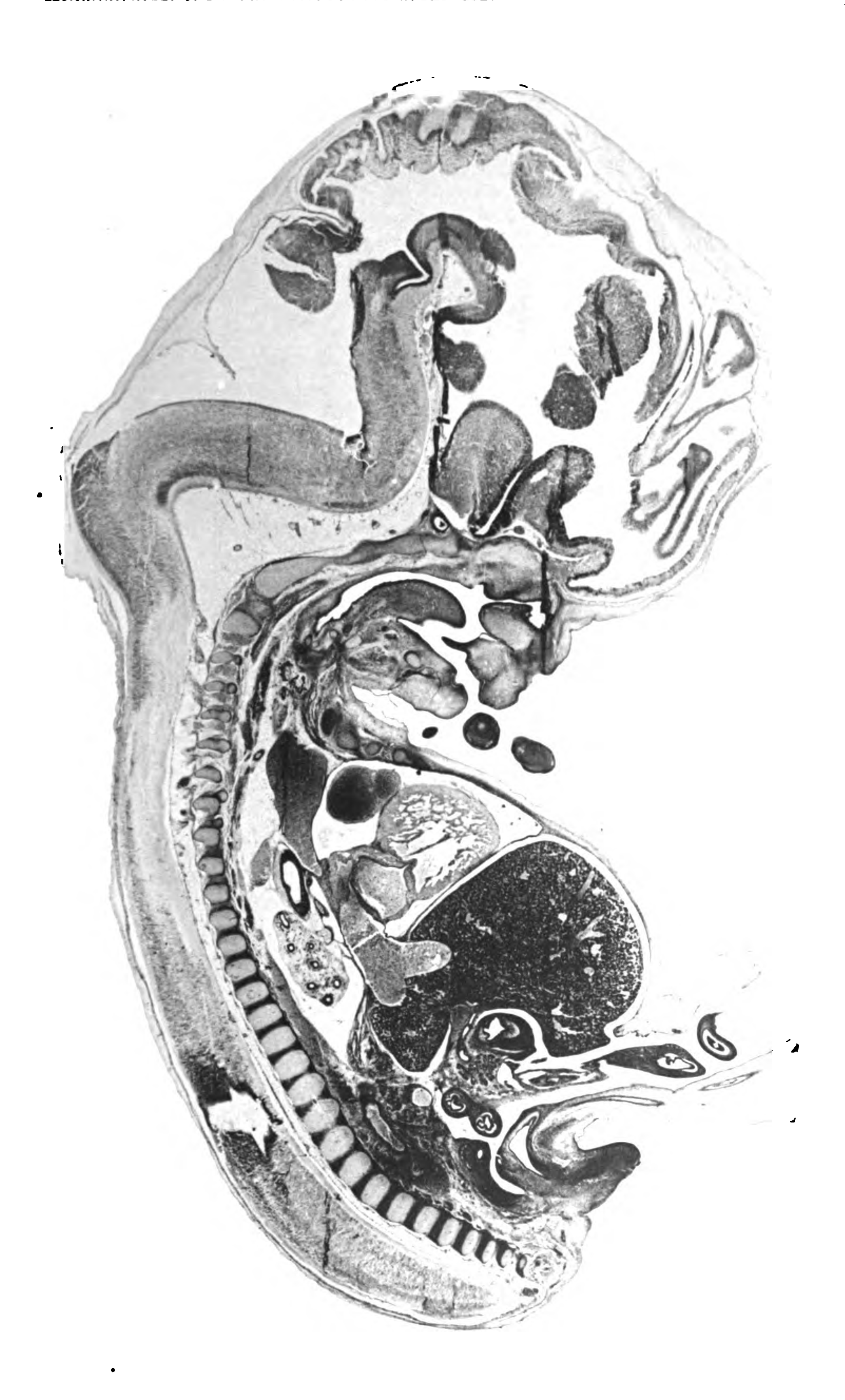




Streifen eine Längsfaserung, welche sich als Fortsetzung der Trigeminusbündel deuten lässt. Der dunkle Fleck über den in's Mark eintretenden Trigeminusbündeln gehört zur Subst. gelatinosa.

Medullarwärts vom G. Gasseri folgt, von einer Knorpelkapsel umschlossen, das Labyrinth und zwar dessen Vestibulartheil. Vom Ganglion vestibuli ist ein Stück als dunkler Fleck sichtbar. Von ihm aus treten breite Bündel des Vorhofsnerven in's Mark, welche sich mit denen des Trigeminus kreuzen. Jenseits von letzterem wendet sich ein Theil des Vorhofsnerven medullarwärts, ein anderer geht in entgegengesetzter Richtung. Beide Theile verlieren sich weiterhin, indem ihre Bündel die Schnittebene verlassen. Die medullarwärts streichenden Bündel sind bis dicht an den Tractus solitarius zu verfolgen, dessen dorsalen Rand sie berühren.

Hinter dem Gehörorgan tritt der N. glossopharyngeus mit zwei dicken Strängen in's Mark ein. Ein Theil von den Fasern desselben biegt in den, von da ab scharf sich umgränzenden Tractus solitarius um, andere Faserzüge überschreiten den letzteren und laufen zwischen den ventrikelwärts davon befindlichen Zellenmassen aus. Der N. vagus erscheint ausserhalb des Markes mit 8—10 kurzen Bündeln. Im Mark selber sind nur zwei Vagusbündel sichtbar, welche beide mit leicht geschwungenen Bogen in den Tractus übergehen. Die Beobachtung unter dem Mikroskop zeigt auch für diesen Nerven, dass einzelne Faserbüschel den Tractus überschreiten und unterhalb des Ventrikelbodens sich verlieren. Man vergl. auch Fig. 18 des Textes.



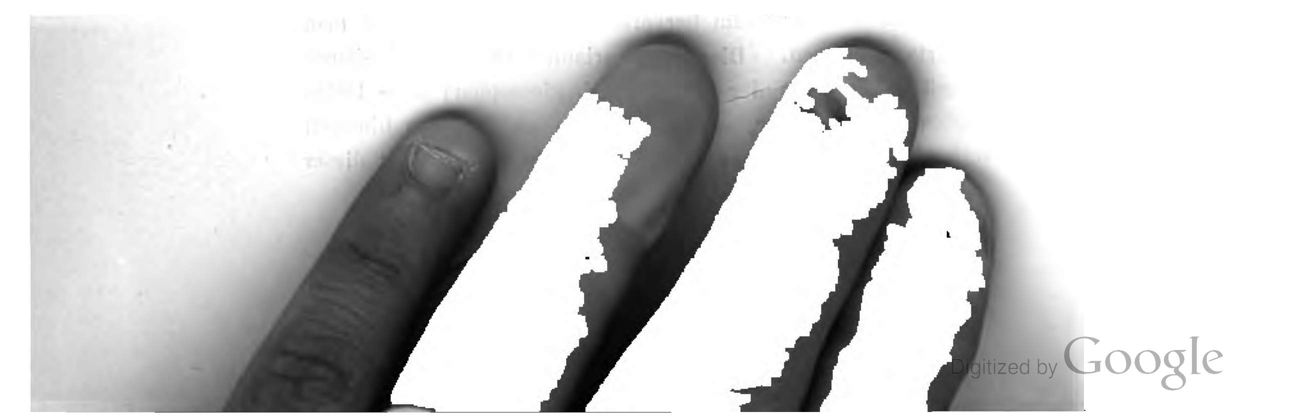




Streifen eine Längsfaserung, welche sich als Fortsetzung der Trigeminusbündel deuten lässt. Der dunkle Fleck über den in's Mark eintretenden Trigeminusbündeln gehört zur Subst. gelatinosa.

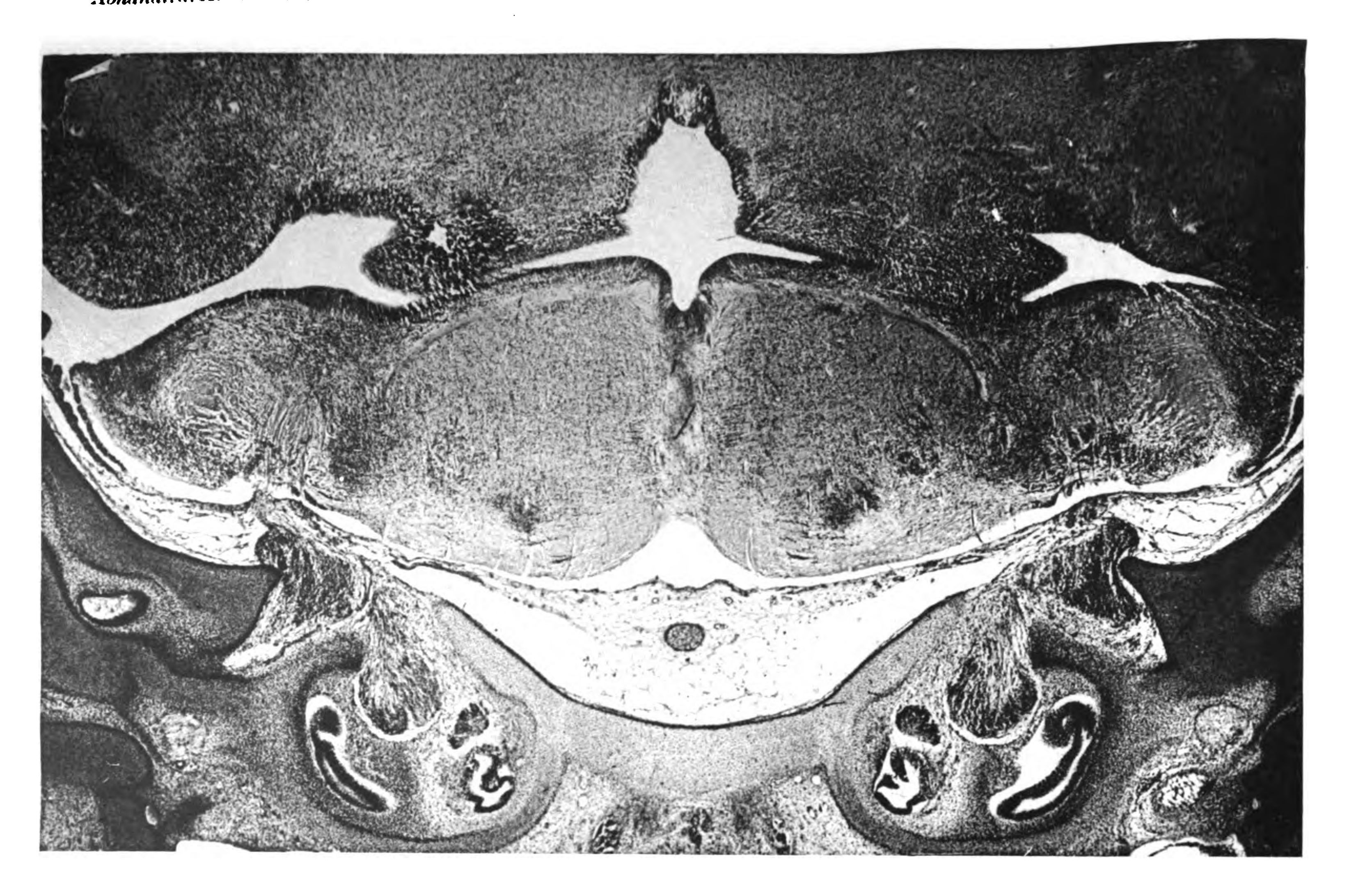
Medullarwärts vom G. Gasseri folgt, von einer Knorpelkapsel umschlossen, das Labyrinth und zwar dessen Vestibulartheil. Vom Ganglion vestibuli ist ein Stück als dunkler Fleck sichtbar. Von ihm aus treten breite Bündel des Vorhofsnerven in's Mark, welche sich mit denen des Trigeminus kreuzen. Jenseits von letzterem wendet sich ein Theil des Vorhofsnerven medullarwärts, ein anderer geht in entgegengesetzter Richtung. Beide Theile verlieren sich weiterhin, indem ihre Bündel die Schnittebene verlassen. Die medullarwärts streichenden Bündel sind bis dicht an den Tractus solitarius zu verfolgen, dessen dorsalen Rand sie berühren.

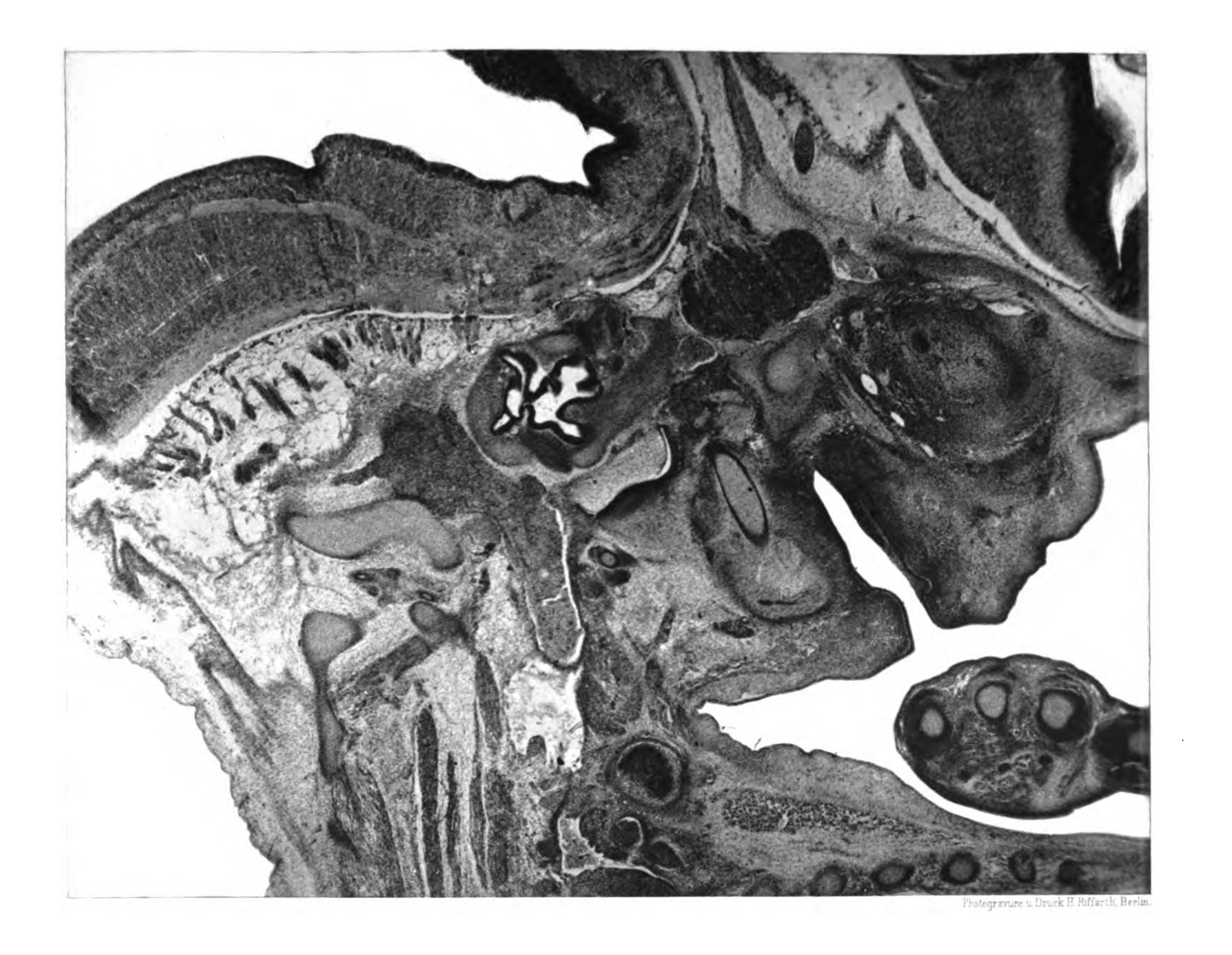
Hinter dem Gehörorgan tritt der N. glossopharyngeus mit zwei dicken Strängen in's Mark ein. Ein Theil von den Fasern desselben biegt in den, von da ab scharf sich umgränzenden Tractus solitarius um, andere Faserzüge überschreiten den letzteren und laufen zwischen den ventrikelwärts davon befindlichen Zellenmassen aus. Der N. vagus erscheint ausserhalb des Markes mit 8—10 kurzen Bündeln. Im Mark selber sind nur zwei Vagusbündel sichtbar, welche beide mit leicht geschwungenen Bogen in den Tractus übergehen. Die Beobachtung unter dem Mikroskop zeigt auch für diesen Nerven, dass einzelne Faserbüschel den Tractus überschreiten und unterhalb des Ventrikelbodens sich verlieren. Man vergl. auch Fig. 18 des Textes.






Digitized by Google




Photogravure u. Druck H. Riffarth, Berlin.

DIE

BEWEGUNGEN DES KNIEGELENKS

NACH EINER NEUEN METHODE

AM

LEBENDEN MENSCHEN

GEMESSEN

VON

W. BRAUNE,

MITGLIED DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN,

UND

O. FISCHER.

Des XVII. Bandes der Abbhandlungen der mathemathisch-physischen Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N⁰ II.

MIT 19 TAFELN UND 6 FIGUREN.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL

1891.

Das Manuscript eingeliefert am 20. October 1890.
Der Abdruck vollendet am 22. Januar 1891.

DIE

BEWEGUNGEN DES KNIEGELENKS

NACH EINER NEUEN METHODE

AM

LEBENDEN MENSCHEN

GEMESSEN

VON

W. BRAUNE UND **O. FISCHER.**

MIT XIX TAFELN UND VI FIGUREN.

Dass zur Erkenntniss der animalen Gelenkmechanismen Untersuchungen am lebenden Körper nothwendig sind, und dass die am freigelegten Gelenk des Cadavers ausgeführten Versuche nur die Grundlage dazu bieten können, ist eine allgemein anerkannte und schon längst ausgesprochene Thatsache. Nur hat es bisher an einer Methode gefehlt, Messungen am Lebenden auszuführen, die genau genug sind, um daraus brauchbare Resultate abzuleiten. Selbst die geistreiche Untersuchung von Bowditch und Luce (Charles Luce, The movements of the lower jaw. Boston med. journal 1889), welche die Bewegung des Unterkiefers am Lebenden registrirte, ist nicht vollständig ausreichend, da sie nur eine Projection der doppelt gekrümmten Curven liefert.

Es war nichts Neues, als Lecomte bei seinen Untersuchungen über die Rotation des menschlichen Vorderarms (Le coude et la rotation de la main. Archives générales de médécine. Août 1874. Mai et Juin 1877) die Nothwendigkeit der Beobachtungen am Lebenden besonders betonte, und ferner unrichtig, dass er die Versuche am Lebenden an Stelle der Cadaverversuche gesetzt haben wollte.

Da seine und die nachfolgende Arbeit Heiberg's eine so grosse Bewegung in anatomischen Kreisen hervorriefen und noch jetzt Anerkennung finden, so ist es nothwendig, dies ausdrücklich hervorzuheben. Die Exactheit der von ihnen angewandten Untersuchungsmethoden war sicher nicht die Ursache des allgemeinen Interesses.

Lecomte stellte seine Versuche am Lebenden in der Weise an, dass er das untere Ende des menschlichen Vorderarmes in einen unnachgiebigen Metallring einzwängte, und daran die Grösse der

Bewegung der Vorderarmknochen bei der willkürlich ausgeführten Rotation abzulesen versuchte. Er kam zu dem Resultat, dass bei der Drehung die Ulna in gleicher Weise wie der Radius sich betheilige.

Diese Methode leidet an dem Fehler, dass die Bewegung der Ulna durch äussere Gewalt erzeugt wird; denn der Radius ist in dem Lecomte'schen Ringe nur dadurch beweglich, dass er das Capitulum Ulnae am Innenrande des festgehaltenen Ringes bei der Rotationsbewegung fortschiebt. Bei festgehaltener Ulna würde sich der Radius überhaupt nicht in dem fest umspannenden Ringe bewegen lassen. Dass aber die Bewegung, welche die Ulna dabei macht, nicht diejenige ist, welche ihre Muskeln allein hervorbringen, sondern dass sie durch äussere Gewalt erzwungen wird, geht schon daraus hervor, dass eine Drehung derselben auch dann noch eintritt, wenn der Ring nicht kreisförmig, sondern elliptisch gestaltet ist.

Am gleichen Fehler leiden die Heiberg'schen Versuche, aus denen gleichfalls eine Drehung der Ulna bei der Rotation des Vorderarmes abgeleitet wird (Heiberg, die Drehung der Hand. Leipzig, 1884).

Bereits in einer früheren Arbeit (Die bei der Untersuchung von Gelenkbewegungen anzuwendende Methode. 13. Band Nr. 3 der Abhandlungen der math.-phys. Classe der Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig, 1885) haben wir nachgewiesen, dass äussere Gewalten abnorme, nicht natürliche Bewegungen in den menschlichen Gelenken hervorbringen können, da die Gelenke nicht von starren, unnachgiebigen Massen gebildet sind. Es zeigte sich zwar, dass jeder Punkt der Ulna innerhalb eines Flächenstreifens bestimmter Grösse sich so bewegen kann, dass er sich innerhalb dieses Flächenstreifens in jede beliebige vorgezeichnete Curve zwingen lässt, es zeigte sich aber auch, dass die Ulna nur dann von dieser Beweglichkeit Gebrauch macht, wenn man von aussen her einen seitlichen Druck auf sie ausübt, wie ihn die eigenen Muskeln nie hervorzubringen im Stande sind. Wenn man dagegen die Ulna ohne jeglichen seitlichen Druck gegen den Humerus beugt, so bewegt sie sich zwangläufig, d. h. mit nur 1 Grade der Freiheit, und dadurch wird man nun erst in die Möglichkeit versetzt, die successiven Stellungen der Rotationsaxen bei der Bewegung zu ermitteln.

Dies gilt für die Gelenkbewegungen sowohl am Lebenden, wie



am Cadaver. Auch am Lebenden hat man die Gelenkbewegungen zu trennen, je nachdem sie activ durch die Action der eigenen Gelenkmuskeln, oder passiv durch andere Gewalten, z. B. durch die Schwere des Körpers allein, hervorgebracht oder wenigstens beeinflusst werden.

Es muss noch untersucht werden, in wie weit überhaupt bei passiver Bewegung die eigene Gelenkmuskulatur thätig ist; ob die Bewegung ganz die gleiche bleibt, mag das Bein in hängender Lage durch die Muskeln frei bewegt oder, wie beim Niederkauern des Körpers, durch die Last des Rumpfes mit gebeugt werden, ob die Hand in freier Haltung dieselben Bewegungen macht wie beim Anstemmen des Körpers, beim Stützen und Klettern. Die animalen Gelenke unterscheiden sich dadurch von den Maschinengelenken, die aus starren Massen gebildet sind, dass bei ihnen nicht die Form des Gelenktheiles das allein Bestimmende für die Art der Gelenkbewegung ist. Dem ungeachtet sind sie aber Gelenke mit präciser Führung des bewegten Theiles, wie sich aus unseren Versuchen ergiebt. Dadurch nun, dass zweierlei Arten von Bewegungen in den Gelenken möglich sind und unterschieden werden müssen: die durch die Muskeln allein und die durch eine noch dazu kommende äussere Gewalt, wird eine Mannichfaltigkeit der Bewegungen erzeugt, wie sie nie durch starre Gelenkformen gewonnen werden könnte.

Beispiele hierfür sind sehr zahlreich beizubringen. Durch den Druck der Körperlast auf das Fussgewölbe, um nur ein Beispiel hervorzuheben, werden in den Fussgelenken noch andere Bewegungen erzeugt als durch die Action der Muskeln allein, und dadurch der Fuss zu einem sehr brauchbaren Greifapparat umgeformt. Wir würden nicht so sicher stehen, so sicher gehen, so sicher klettern können, wenn die Fussgelenke aus starren Massen gebildet wären.

Man ist im Stande an verschiedenen Gelenken, nicht nur am Cubitalgelenk, sondern auch am Handgelenk, an den Metacarpophalangalgelenken, am Kniegelenk u. s. w. durch seitlichen Druck abnorme Bewegungen des Gelenkes zu erzeugen, wie sie die eigenen Muskeln nie hervorzubringen im Stande sind.

Es hat sich bei allen von uns untersuchten Gelenken herausgestellt, dass die Gelenkformen verschiedene Bewegungen an sich zulassen, ohne dass der lebende Körper mit seinen Muskeln

von allen Gebrauch macht. Am Evidentesten hat sich dies an der Hand und an den Metacarpophalangalgelenken gezeigt. Dies für die animalen Gelenke sicher allgemein gültige Gesetz wird auch durch die schon lange bekannten Bewegungen des Auges bestätigt (Donders, Listing). Durch diese Erscheinungen am lebenden Körper wird aber, wie schon anfangs erwähnt wurde, die Untersuchung am Cadaver nicht entbehrlich. Schon in unserer ersten Arbeit (a. a. O. 13. Bd. Nr. 3. p. 316) wurde hervorgehoben, dass »eine genaue Untersuchung des freigelegten Gelenkes am Cadaver die Grundlage [der Untersuchung des Gelenkmechanismus] bilden muss, damit man zunächst die Construction des Gelenkmechanismus an sich erfasst. Erst dann, [wenn dies vorausgegangen] können die bewegenden Muskeln und überhaupt die Functionirung des lebenden Organismus ins Auge gefasst werden, um die Erscheinung in ihrer Totalität zu erkennen«.

Das Ziel der Gelenkuntersuchungen darf nicht in letzter Linie darin gesucht werden, festzustellen, was alles für Bewegungen im Gelenk möglich sind, sondern welche Bewegungen am lebenden Körper zur Ausführung kommen. Hierbei kommt man von selbst auf die Frage, ob überhaupt die animalen resp. menschlichen Gelenke eine feste Führung zeigen, so dass bei allen Beugegraden die Gelenkflächen in Contact sind, oder ob die Gelenkflächen sich nur in sehr beschränktem Masse berühren.

Aus der Form der Gelenkflächen würde man schliessen müssen, dass bei keinem Gelenk ein steter Contact stattfinden könne, weil alle Gelenkflächen mehr oder weniger von den geometrischen Formen der Flächen abweichen, die allein eine congruente Verschiebung ermöglichen. Denn wie schon früher auseinander gesetzt wurde, sind es nur die Oberflächen der Rotationskörper, und die Schraubenflächen, welche diese Bedingungen erfüllen, und diese findet man nirgends vollkommen ausgebildet.

Das bestätigt sich auch, wenn man Schnitte durch gut gehärtete, in ihrer Lage erhaltene Gelenke führt, mag die Sicherung der Lage durch Eingypsen oder durch Gefrierenlassen geschehen. Immer berühren sich die Gelenkflächen nur an einer sehr beschränkten Stelle, wenn sie sich überhaupt berühren, und an allen anderen Stellen findet ein Klaffen statt, sodass man an gefrorenen Gelenken eine

Eisschale gefrorener Synovia aus der Gelenkspalte herausziehen kann.

KÖNIG [1]) fand bei seinen Untersuchungen an gefrorenen Hüftgelenken, dass kein Contact der Knorpelflächen stattfindet, wenn man ohne Druck das Gelenk selbst in den verschiedensten Stellungen zum Frieren bringt. Wurden dagegen die Gelenktheile, in dem betreffenden Falle der Schenkelkopf, mit Gewalt in die Pfanne hineingepresst und durch scharf angezogene Drähte in dieser Lage erhalten, dann liess sich ein Knorpelcontact nachweisen, aber auch nur an einer kleinen unscheinbaren Fläche. Die herausgenommene schalenförmige Eiskruste, welche sich zwischen Kopf und Pfanne gebildet hatte, zeigte in diesem Falle eine der Contactfläche entsprechende Unterbrechung. KÖNIG schliesst daraus, dass alle Bewegungen, welche beim Hängen der Extremität ausgeführt werden, den innigen Anschluss des Kopfes an die Pfanne und die dadurch bedingte fortwährende allgemeine schleifende Bewegung ausschliessen. Es sei aber möglich, nur bis jetzt noch nicht nachgewiesen, dass bei den Bewegungen des hängenden Beines der Kopf durch irgend welche Kraft in die Pfanne hineingepresst werde, dann würde ein inniger Contact eintreten. So weit KÖNIG.

Sollte aber wirklich beim Gebrauch der Gelenke immer nur ein so theilweiser Contact stattfinden, so würde daraus folgen, dass man von einer bestimmten Gelenkbewegung gar nicht reden kann; denn die Contactstellen brauchten nicht jedesmal dieselben zu sein, wenn man die Flexion von Neuem ausführte. Es würde die Bewegung ebenso unvollkommen ausfallen, wie bei abgenutzten Maschinentheilen, nämlich schlotternd, was man auch am Cadaver bei jedem Gelenk durch gewaltsamen seitlichen Druck hervorbringen kann.

Die Annahme einer so unvollkommenen und unregelmässigen Bewegung widerspricht aber der täglichen Erfahrung, welche nichts von Bewegungen loser und schlottender Gelenke zeigt.

Es muss demnach eine Einrichtung vorhanden sein, welche trotz der incongruenten Formen der zugehörigen Gelenkflächen die Bewegung zu einer bestimmten macht. Und diese Einrichtung

---

1) KÖNIG. Zur Pathologie der Knochen und Gelenke. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. III. Bd. pag. 256. 1873. Tafel VIII und IX.

ist in dem Knorpelüberzug der Gelenkenden gegeben, der die Unebenheiten der Knochen und die Incongruenz der Gelenkflächen durch seine grosse Deformirbarkeit und Elasticität auszugleichen im Stande ist.

Die Gebrüder Weber geben in ihrer Arbeit über die Gehwerkzeuge p. 133 an, dass der Knorpelüberzug an den Gelenken dort am stärksten sei, wo der grösste Druck stattfinde. Man findet jedoch den Knorpelüberzug am Fussgelenk nicht stärker angelegt als am Hüftgelenk, ebenso wenig sieht man ihn bei Thieren mit grosser Körperlast an den tragenden Extremitäten besonders stark ausgebildet. Am Cubitalgelenk des Pferdes z. B. ist der Knorpelüberzug von nur geringer Mächtigkeit (Tafel VIII).

Demnach kann es nicht der auf dem Gelenke lastende Druck allein sein, der für die Stärke des Knorpelüberzuges in Frage kommt.

Man findet bei der Vergleichung thierischer Gelenke den Knorpelüberzug dann dünn, wenn die Knochenformen nur wenig von den reinen Formen der Flächenarten abweichen, die eine congruente Verschiebung auf sich selbst zulassen, wie z. B. bei den Charniergelenken am Fusse des Pferdes, des Rehes etc., dagegen sehr stark angelegt, wenn die Abweichung der Knochenform von einer dieser Flächenarten eine sehr grosse ist, wie z. B. an dem oberen Ende der Tibia beim menschlichen Kniegelenk.

Da der Knorpel nun eine biegsame elastische Masse darstellt, so kann dadurch bei Druck die Gelenkfläche corrigirt und der reinen Form genähert werden. Und dies wird um so mehr der Fall sein, je mehr sich eine Deformirbarkeit des Knorpelüberzugs durch Druck bei den Gelenkbewegungen herausstellt.

Um dies zu untersuchen, wurden Gelenke durch Schrauben sehr fest an einander gepresst und in Gyps eingegossen, welcher die Gelenkstellungen fixirte. Beim Durchsägen ergab sich nun, dass in viel höherem Grade, als man erwartete, die Knorpel sich gegenseitig abgeplattet hatten und breite Contactflächen boten, so dass dadurch ein Klaffen nicht mehr im Innern des Gelenkes vorhanden war wie vorher ohne Druck. Die Formen der Gelenkflächen, welche das

abgelöste Gelenk zeigt, sind also nicht die Formen, welche die Gelenkflächen unter Druck bei den natürlichen Bewegungen annehmen. So findet sich das bestätigt, worauf König hinweist, wenn er sagt, dass es möglich sei, aber noch nicht nachgewiesen, dass bei den Bewegungen des hängenden Beines der Schenkelkopf durch irgend eine Kraft in die Pfanne hineingepresst werde, um einen innigen Contact zu erzeugen.

König würde dies auch selbst gefunden haben, wenn er bei seinen Versuchen den Draht noch stärker angezogen und dadurch einen noch grösseren Druck angewendet hätte.

Tafel IX und X zeigen die Schnittflächen durch den Condylus externus Femoris et Tibiae eines menschlichen Kniegelenks, am rechten Beine ohne Pressung (Tafel IX), am linken Beine mit Pressung (Tafel X). Beide Extremitäten sind im frischesten Zustande von einem normal gebauten Menschen unmittelbar nach der Enthauptung genommen worden. Tafel XI zeigt ebenfalls einen Sagitalschnitt durch das Kniegelenk eines normal gebauten kräftigen Mannes im Gebiete des Condylus ext. femoris geführt, mit Pressung; Tafel XII dasselbe durch das Kniegelenk eines anderen Individuums in Beugestellung.

Man könnte vielleicht hierbei den Einwand erheben, dass ein zu starker Druck angewendet worden sei, wie er bei den Bewegungen durch die eigenen Muskeln nie erzeugt werde.

Es ist bei den Bestimmungen der Rotationsmomente (a. a. O. Bd. XIV. Nr. 8. Leipzig 1888) etc. nachgewiesen worden, dass am Cubitalgelenke des Menschen die Beugemuskeln am Anfange der Beugung fast mit ihrer ganzen Kraft auf das Gelenk pressend einwirken, dass erst mit weiter gehender Beugung das Rotationsmoment mehr und mehr zunimmt und der Druck auf das Gelenk, welcher durch die Beugemuskeln hervorgebracht wird, dementsprechend abnimmt. Wenn Jemand bei horizontal gestrecktem Arme im Stande ist, durch seine Beugemuskeln nicht nur einen halben Centner zu halten, sondern auch durch Beugung im Cubitalgelenke zu heben, so werden die Beugemuskeln, die diese Hebung vollführen, mit einer Componente auf das Gelenk drücken, welche viel grösser ist als die bewegende Componente selbst, so dass man nicht fehl geht, wenn man in diesem Falle einen Druck von

mehreren Centnern auf das Gelenk annimmt. Noch weit grösser wird der Druck auf das Kniegelenk sein. Es wird also hier ein Druck einwirken, der jedenfalls grösser ist, als wir ihn bei unseren Gelenkversuchen angewendet haben. Die Muskeln arbeiten sich also bei der Bewegung förmlich aus dem Knorpel eine Pfanne heraus und erzeugen durch die Gestaltveränderung des Knorpels die gleitenden Flächen.

In der Ruhe, also bei der horizontalen Lagerung des Körpers, federn die Gelenkknorpel in ihre ursprüngliche Form zurück, treten ausser Contact und schaffen damit andere Bedingungen für die Strömung der Gewebsflüssigkeit im Knorpel, als bei der Bewegung.

Die Bedeutung dieser Veränderlichkeit des auf den Knorpel wirkenden Druckes für die Ernährung des Gelenkknorpels liegt auf der Hand.

Mit diesen Voraussetzungen ging es nun an die Untersuchung eines einzelnen Gelenkes des menschlichen Körpers. Wir wählten dazu das Kniegelenk aus mehreren Gründen. Dasselbe zeichnet sich nämlich nicht nur durch eine sehr grosse Incongruenz der Gelenkflächen, sondern auch durch eine sehr grosse Flächenausdehnung derselben aus. An keinem anderen Gelenk macht sich die Muskeleinwirkung so geltend und springt so sehr in die Augen, wie am Knie.

Ferner aber forderte gerade das Kniegelenk zur Untersuchung auf, weil es ganz allgemein als ein Gelenk mit 2 Graden der Freiheit bezeichnet wird, von Sappey und Testut sogar als ein Gelenk von 3 Graden der Freiheit.

Die Gebrüder Weber (Gehwerkzeuge. Göttingen, 1836) gaben an, dass das Kniegelenk nicht nur Beugung und Streckung um eine transversale Axe, sondern auch Rotation, wenn es sich in Beugestellung befindet, um eine zur ersteren senkrechte Axe gestatte. Und alle Forscher, die nach Weber das Kniegelenk üntersuchten, stimmen in der Hauptsache damit überein. Auf pag. 170 des oben angeführten Werkes der Gebrüder Weber heisst es:

»Die beiden im Knie zusammengelenkten Knochen, das Oberschenkelbein und das Schienbein, können sich in 2 verschiedenen Ebenen an einander drehen; erstens in der senkrechten Ebene, in der beide Knochen liegen, um eine horizontale von der rechten nach

der linken Seite gehenden Axe (Beugung und Streckung); zweitens in horizontaler, der Gelenkfläche des Schienbeins parallelen Ebene, um die verticale Längsaxe des Schienbeins (Pronation und Supination).«

»Beide Bewegungen haben nicht immer die nämlichen Schranken, sondern die der Pronation und Supination sind weiter oder enger bei grösserer Beugung der Streckung und umgekehrt.« Ferner, pag. 171: »Der Umfang der Beugung und Streckung, am Cadaver im Kniegelenk gemessen, betrug 165° im Mittel von 4 Versuchen. Derselbe Winkel betrug nach an zwei lebenden Menschen angestellten Messungen im Mittel nur 144,8°.«

Der Umfang der Pronation und Supination betrug nach WEBER's Messung am Cadaver bei einer Beugung des Kniees von ungefähr 145° im Mittel 39°. Bei Abnahme der Beugestellung bis zu 90° nahm der Umfang der Pronation und Supination nur wenig ab, so dass er immer noch im Mittel 34° betrug. Fuhr man aber fort, das Bein noch weiter zu strecken, so nahm der Drehungswinkel der Pronation und Supination so schnell ab, dass er bei völliger Streckung ganz verschwunden war und die Pronation und Supination in dieser Lage ganz unmöglich wurde.

Das Knie kann also nach WEBER nicht zu den Charniergelenken gerechnet werden, denn es hat keine feststehende Drehungsaxe; vielmehr rollen die Condylen des Oberschenkels wie ein Rad auf der fast horizontalen Oberfläche der Tibia, bei der Streckung vorwärts, bei der Beugung rückwärts (pag. 200); auch können sich die Condylen des Oberschenkels auf der fast horizontalen Oberfläche der Tibia um eine senkrechte Axe drehen, d. h. auf eine ähnliche Weise, wie die Vorderräder eines Wagens beim Umlenken. Dadurch wird eine Pronation und Supination des Unterschenkels möglich, die ungefähr 39° beträgt. —

Nach den WEBER'schen Untersuchungen verdanken wir namentlich LANGER, MEYER und HENKE eine Bereicherung unseres Wissens vom Mechanismus des Kniegelenkes. Auch diese Forscher stimmen mit WEBER darin überein, dass eine zweifache Bewegungsmöglichkeit in dem menschlichen Kniegelenk gegeben sei; dass wir nur um eine schwankende Axe beugen und strecken können, ausserdem aber bei Beugestellung noch eine Rotation auszuführen vermögen.



Langer (Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1858. 32. Band. pag. 99 u. ff.), der namentlich sehr eingehend die Formen der das Kniegelenk bildenden Knochen untersucht hat und daraus die Bewegung im Gelenk ableitete, unterscheidet ausdrücklich zwischen reiner Beugung, reiner Rotation und combinirter Beugung (mit Rotation).

Henke (Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Leipzig u. Heidelberg 1863) sagt pag. 217:

»Der Unterschenkel articulirt mit dem Oberschenkel nur durch den einen seiner beiden Knochen, während ihn der andere gar nicht berührt und also auch keine eigene Beweglichkeit gegen ihn hat, sondern nur der des ersten folgt. Trotzdem ist die Bewegung im Knie zwischen Tibia und Femur nicht eine nur einfache, wie die der Ulna unter dem Humerus, sondern eine doppelte, wie die des Radius. Die Tibia dreht sich unter dem Femur zur Flexion und zur Rotation; letzteres aber in viel beschränkterem Masse. Für beides wirkt eine Gruppe von 4 Articulationen zusammen, die beide Knochen mit 2 Bandscheiben bilden.«

Henke macht ferner auf pag. 232 die für den Gelenkmechanismus überhaupt sehr wichtige Bemerkung, dass die Elasticität der Bandscheiben und die reichliche Synovia des Kniegelenkes zur Ausgleichung kleiner Ungenauigkeiten des Contactes mit wirken, um Verschiebungen möglich zu machen, die nicht ganz mathematisch definirbar sind. Auf pag. 238 heisst es dann ferner:

»Die Beugung beträgt, wie bekannt, fast zwei rechte Winkel; der Spielraum der reinen Rotation bei etwa halber Beugung [90⁰] nicht ganz halb so viel.

»Es ist ausserdem leicht ersichtlich, dass beide Arten der combinirten Bewegung, da sie sich nur aus einer verschiedenen Folge ganz derselben einfachen zusammensetzen, durch alle möglichen Abstufungen mit einander verbunden auftreten können, wovon die oben angeführten Modificationen der Flexion mit mehr gleichmässiger oder mehr plötzlicher Hinzufügung der schliesslich immer mit ihr verbundenen Rotation nur die kleineren Beispiele sind. Denn wenn in einer mittleren Beugungsstellung durch vollkommene Annäherung der vorderen Ränder von Bandscheibe und Tibiafläche in der einen, der hinteren in der anderen unteren Articulation, die vollkommensten



Rotationen zu Stande kommen, so kann von jeder derselben aus nun sofort die Beugung oder Streckung beginnen, indem die eine Bandscheibe gleich in der Lage zur Tibia bleibt, in die sie durch die eingetretene Flexion schliesslich kommen muss, und es verbindet sich dann nur mit dieser nothwendig die der vorhergegangenen entgegengesetzte Rotation.«

MEYER (Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig 1873, pag. 357, 358) unterscheidet bei den Bewegungen des Kniegelenkes ausser Beugung und Streckung noch zwei Arten der Rotation; die eine, als Schlussrotation bezeichnet, ist nach ihm ein integrirendes Moment der Flexionsbewegung, die andere, nur bei Beugestellung möglich und durch die Form des Condylus externus Tibiae bedingt, ist nach MEYER eine davon zu trennende, selbständige Bewegung. Also auch MEYER schreibt dem menschlichen Kniegelenk zwei Grade der Freiheit zu.

HENLE (Anatomie des Menschen. Bänderlehre, 2. Auflg. 1872. pag. 154) schliesst sich den Ansichten der Gebrüder WEBER über den Mechanismus des Kniegelenkes an. In Beziehung auf den Contact der Gelenkflächen bemerkt er gegen LANGER und HENKE, dass man die Bewegungen des Kniegelenkes auf Drehungen um Axen regelmässiger Rotationskörper nicht zurückführen könne; dies setze Berührungen der Gelenkflächen voraus, die die Beobachtung am geöffneten Gelenke nicht bestätige. Bei jeder Stellung sei der Contact des kugligen Schenkelkopfes und der fast ebenen Endfläche der Tibia sehr beschränkt, fast linear. Nicht einmal mit Hülfe der Bandscheiben gleichen sich nach HENLE die Incongruenzen der beiden articulirenden Knochen völlig aus; es bleiben immer noch Räume übrig, die durch bewegliche Fettpolster und durch Synovia auszufüllen sind.

Es würde zu weit führen die Reihe der Citate aus allen Handbüchern der Anatomie zu vervollständigen. Auch kann wohl schon aus dem Grunde von einer vollständigen Citatensammlung abgesehen werden, weil nicht überall in den Handbüchern erkennbar ist, was auf eigener Forschung beruht und was Referat fremder Arbeiten ist.

Nur einige ausländische Autoren müssen noch Erwähnung finden.

CRUVEILHIER (Traité d'Anatomie. Paris, 1877 L. I pag. 424. 425)

giebt im Wesentlichen dieselbe Darstellung wie Weber und Henle. Über die Rotation sagt er nur, dass dieselbe bei halber Beugung ausführbar und im Ganzen sehr beschränkt sei.

Sappey (Anatomie descriptive. T. I. Paris, 1876 pag. 711) nimmt wie Testut (Anatomie, Paris 1889, tome I, pag. 440) ausser den zwei Bewegungen der Flexion und Rotation noch eine dritte Bewegungsmöglichkeit für das Kniegelenk an. Er erwähnt nämlich ausdrücklich die Mouvements latéraux. »Ces mouvements ont été passés sous silence par tous les auteurs. Les frères Weber, qui ont fait une étude si approfondie des mouvements de flexion, d'extension et de rotation, ne paraissent pas les avoir observés. Leur existence cependant n'est pas moins évidente sur celle des mouvements latéraux du coude. On les constate sans peine à l'aide du même moyen. Le femur étant fixé dans un étau, et la jambe demi-fléchie sur la cuisse, il est facile d'imprimer à l'extrémité inférieure du tibia des mouvements oscillatoires d'une amplitude de 2 à 3 centimètres. Pendant ces oscillations les deux ligaments latéraux se soulèvent alternativement, l'externe plus que l'interne. Au toucher, leur soulèvement et leur tension sont également très-appréciables. Dans la flexion extrême, les mouvements latéraux diminuent d'étendue. Pendant le mouvement d'extension ils s'affaiblissent de plus en plus, et disparaissent lorsque l'extension est complète.«

Morris, the Anatomy of the joints of man. London, 1879. pag. 376, der sich in hervorragender Weise mit Gelenkuntersuchungen beschäftigt hat, nimmt auch im Kniegelenk einen Mechanismus mit 2 Graden der Freiheit an; er sagt, dass ausser der Schlussrotation noch eine willkürliche (free) Rotation vorhanden sei, welche erst bei einer Beugestellung von circa 150° an möglich sei und bis zu 36° betragen könne.

»Besides the rotation round a vertical axis, which is one of the accompanying movements of slight flexion and nearly completed extension of the knee-joint, there is a much more free rotation, also round a vertical axis, when the joint is flexed. This is pronation and supination of the knee. It begins to be possible when the knee is bent at an angle between 150° and 155°, and becomes freer and freer as the joint is bent more and more. The axis of rotation passes through the inner tubercle of the spine of the tibia,

so that the outer tuberosity moves in the arc of a larger circle than does the inner, and therefore is required to move more easily and freely; to this end the shape of its articular facet and the loose connexion of the external semilunar cartilage with it are adapted.« »The ligaments are relaxed in flexion sufficiently so allow of a rotation of 36°.«

Ebenso REEVES, human Morphology. Vol. I. London, 1882. pag. 523.

Er schreibt: »The knee being mainly a hinge joint, its usual motions are flexion and extension, but in addition there is rotation of the leg when the joint is semiflexed.«

In QUAIN's Elements of Anatomy, herausgegeben von Thomson, Schäfer, Thane, London 1882. 9. edition, Vol. I, p. 176 heisst es:

»In extension of the joint [the knee-joint] no rotation of the leg is possible; in the flexed condition a considerable amount is allowed.«

Beim ersten Versuche, der an dem Kniegelenk eines frischen Cadavers angestellt wurde, suchten wir zunächst, wie früher beim Cubitalgelenk, unter möglichster Vermeidung jedes störenden Seitendrucks zu beugen und zu strecken. Dies wurde dadurch zu erreichen gesucht, dass der Oberschenkel horizontal festgeschraubt wurde, und zwar so, dass den Punkten an der Tibia eine verticale Bewegungsebene zukam, soweit man überhaupt von einer einzigen Bewegungsebene hier reden kann. Die Bewegung selbst wurde mittels zweier Fäden ausgeführt, welche beide in der mittleren Bewegungsebene lagen, und in entgegengesetzter Richtung gespannt erhalten wurden, ohne seitlichen Zug, sodass der bewegte Knochen in jeder Beugelage sich feststellen liess. Mit der Tibia waren 3 Nadeln fest verbunden, deren Spitzen die jeweilige Lage des Knochens im Raume bestimmten. Die Lagen der 3 Nadelspitzen wurden dann für jede Phase der Bewegung auf ein rechtwinkliges räumliches Coordinatensystem bezogen, in der von uns immer angewandten Weise.

Bei den Messungen zeigte sich nun, dass auch bei den frischesten

Gelenken Abweichungen nach der Seite hin sich nicht völlig vermeiden liessen, jedenfalls viel schwerer als beim Ellbogengelenk. Denn bei Wiederholung der Bewegung liefen die Nadelspitzen nicht wieder absolut genau in denselben Raumcurven.

Nachdem sich schon ergeben hatte, dass die Knorpelflächen nur bei Druck sich innig berühren, musste der Grund dieser Abweichungen in dem mangelnden Gelenkdruck gesucht werden.

Darauf hin wurde nun der Versuch in der Weise abgeändert, dass man den natürlichen Verhältnissen entsprechend einen Druck auf die Gelenkflächen während der Bewegung ausübte. Zu dem Zweck wurde durch die Tibia in transversaler Richtung möglichst nahe am Kniegelenk ein Loch gebohrt, durch welches ein ziemlich starker Faden hindurch lief. Die beiden Enden des Fadens lagen über Rollen, die auf dem fixirenden Stativ zu beiden Seiten der Oberschenkelcondylen so angebracht waren, dass die Stelle, an welcher der Faden über die Rolle lief, in die Verlängerung der Gelenkaxe zu liegen kam. An der Verlängerung der Fäden wurden dann Gewichte von je 20 Pfd. angebracht. Dieser Druck erreicht freilich noch lange nicht den auf das Gelenk wirkenden natürlichen Druck; aber grössere Gewichte liessen sich nicht anbringen, weil sonst die Festigkeit des Stativs gelitten hätte. Wenigstens gelang es dadurch die seitlichen Abweichungen möglichst zu beschränken.

Es zeigte sich dabei in der That, dass die Nadelspitzen bei wiederholter Bewegung wieder in denselben Bahnen liefen. Es wurde also zwar dadurch eine Zwangsbewegung gewonnen, man war aber noch nicht sicher, ob diese Zwangsbewegung auch identisch mit der am Lebenden stattfindenden ist, bei der die Muskeln doch mehr oder weniger auch seitliche Componenten bei ihrer Wirkung aufweisen.

Diese Versuche würden indess jedenfalls bessere Resultate geben, als die früheren ohne Druck; sie wurden aber von uns nicht verwerthet, weil es schliesslich gelang, direct am Lebenden Messungen anzustellen.

Es ist für unsere Arbeit zunächst von untergeordnetem Interesse, nachzuweisen, wie gross die Abweichungen sind, die diese Versuche von denen am Lebenden aufweisen; Abweichungen, die allein dem Umstande zuzuschreiben wären, dass man nicht genau



die Druckverhältnisse im Gelenk nach Grösse und Richtung am Cadaver nachahmen kann.

Der erste einleitende Versuch, den wir am Lebenden machten, war folgender: An einem normal gebauten jugendlichen Manne wurde durch einen Gypsverband eine starre mit dem Unterschenkel fest verbundene Masse geschaffen, in welcher 3 Nadeln sich so anbringen liessen, dass ihre Spitzen die gleiche Stellung einnahmen wie bei den Cadaverversuchen. Der Unterschenkel wurde ruckweise durch die eigenen Muskeln ohne jede äussere Einwirkung gebeugt und bei jeder Phase der Bewegung eine Zeit lang unterstützt, um die Coordinaten messen zu können. Dabei wurden aber ziemlich unregelmässig gestaltete Projectionscurven gewonnen, die auch bei Wiederholung der Bewegung stark von einander abwichen. Der Mann konnte eben trotz geeigneter Unterstützung des Beins den übrigen Körper nicht so lange ruhig halten, dass das nächste Stück der Bewegung als directe Fortsetzung des vorausgehenden angesehen werden konnte. Es führte deshalb dieser Versuch zu keinem brauchbaren Resultat, da dem Manne wegen der Messung nicht gestattet werden konnte, die Bewegung von einem Ende zum anderen ohne Unterbrechung auszuführen.

Wenn überhaupt ein solcher Versuch am Lebenden zu brauchbaren Ergebnissen führen sollte, so musste es möglich gemacht werden, während der ununterbrochenen Bewegung die Coordinaten der drei fest mit dem Unterschenkel verbundenen Punkte für eine möglichst grosse Anzahl von Beugestellungen zu messen, ohne dass man dabei die Beugung in irgend einer Weise beeinflusste. Es müssen also die Coordinaten aus der Ferne gemessen werden, und dazu gibt es bei der schnellen Aufeinanderfolge der einzelnen zu messenden Beugestellungen ein vortreffliches Mittel, nämlich die Photographie.

Die Photographie ist als Hilfsmittel bei den Untersuchungen von Bewegungen am lebenden Körper schon mehrfach angewendet worden. Marey benutzte sie, um die verschiedenen Phasen des Ganges zu fixiren und auf eine Ebene zu projiciren. Charles E. Luce photographirte unter Bowditsch's Leitung die Curven eines fest mit dem Unterkiefer verbundenen Apparates während der Bewegung desselben (Boston Med. and surgical journal. Boston 1889. Bd. 121 pag. 8 u. ff.) und gewann dadurch ebenfalls nur eine Projection der Bewegungscurven von Punkten des bewegten Knochens.

Um die Bewegungen eines Körpers im Raume zu bestimmen, genügt eine Projection aber nicht. Man braucht wenigstens deren zwei. Daher photographirten wir die Bewegungen des Beines gleichzeitig in zwei senkrecht zu einander stehenden Richtungen.

Marey gewann Bilder von den einzelnen Phasen des bewegten Körpers dadurch, dass er eine Vorrichtung an seinem photographischen Apparat angebracht hatte, welche die Exposition der Platte in kurzen gemessenen Zeiträumen unterbrach. Bei gleichzeitiger Projection auf zwei zu einander senkrechte Ebenen lässt sich diese Methode aber nur sehr schwer ausführen, denn sie setzt voraus, dass beide Apparate in ganz kurzen Intervallen zu vollständig gleicher Zeit geöffnet und geschlossen werden.

Wir verlegten daher die Unterbrechung nicht in den Verschluss der Apparate, sondern in das photographische Object selbst, so dass es gar nicht nöthig war, besondere Einrichtungen des Verschlusses an den Apparaten anzubringen.

Für wissenschaftliche Zwecke ist es nicht nöthig, von dem gesammten bewegten Körper Bilder zu schaffen (wie es die bekannten Serienphotographien von Anschütz zeigen), sondern es genügt, ist sogar besser, nur einzelne markirte Punkte desselben zu projiciren. Aus diesem Grunde hat Marey sein Versuchsobject mit enganliegendem schwarzen Tricot bekleidet und die Stellen, auf die es ihm ankam, durch helle Streifen daran kenntlich gemacht. Es würde genügt haben, wenn er nur die Gelenkstellen durch helle Punkte bezeichnet hätte.

Deshalb beschränkten wir uns bei der Untersuchung nur darauf, die Bewegung von drei fest mit dem Körper verbundenen Punkten photographisch zu fixiren. Diese Stellen wurden dadurch intermittirend leuchtend und photographirbar gemacht, dass man daselbst elektrische Funken überspringen liess, welche von einem einzigen Ruhmkorff'schen Funkeninductor geliefert wurden, so dass sie für unsere Zwecke an allen drei Stellen absolut gleichzeitig erschienen. Das Photographiren geschah im halb dunklen Zimmer, um nicht alle Nebensachen mit auf die photographische Platte zu bekommen. Den Unterbrecher des Ruhmkorff'schen Apparates stellten wir so ein, dass während der Beugung des Kniegelenks, welche ungefähr 1 bis 2 Secunden Zeit erforderte, 20—30 Funken übersprangen, also 20—30 Phasen fixirt wurden.



Das Fussgelenk wurde, wie die Abbildungen zeigen, eingegypst, um die Bewegungen in demselben völlig auszuschliessen, und um eine Grundlage zu gewinnen, auf der sich Holzstäbchen befestigen liessen, die als mit der Tibia starr verbundene Körper die Bewegung der Tibia mitmachen mussten. Diese Holzstäbchen dienten als Träger für die Leitungsdrähte. Sie trugen an ihrem äussersten Ende je zwei Metallschrauben mit Spitzen, die sich beliebig einander nähern liessen. An diesen Spitzen sprangen die Funken über. Die genauere Einrichtung derselben ist aus beifolgender Figur 1 zu ersehen.

Leichte Holzstäbchen wurden genommen, um nicht durch eine zu grosse Gewichtsvermehrung die Bewegung des Beines zu beeinflussen. Sie mussten aber auch eine entsprechende Stärke besitzen, um nicht zu federn und fremde Bewegungen in den Versuch hinein zu bringen. Beides wurde durch eine Verjüngung der Stäbchen nach ihrer Spitze hin erreicht.

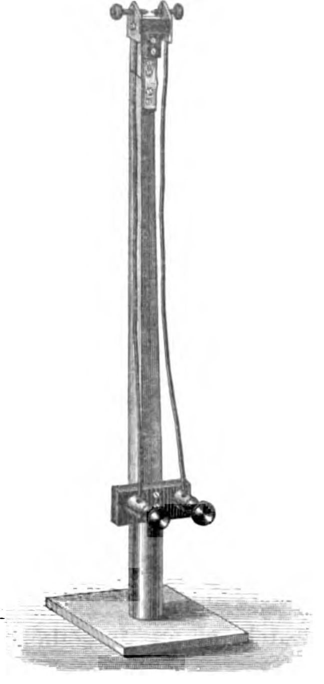


Fig. 1.

Die Funkenbilder mussten hinreichend deutlich auf der Platte erscheinen, aber doch auch möglichst klein bleiben, um eine genaue Messung ihrer Lage im Coordinatensystem zu ermöglichen. Cadmium und Zink, Metalle, welche an sich chemisch wirksameres Funkenlicht geben, erwiesen sich für unseren Zweck nicht so brauchbar als Messing, weil die Funkenbilder zu gross, förmlich klecksig wurden, und die Spitzen sich zu rasch abnutzten (cfr. Taf. VII^a u. VII^b). Die Messingfunken genügten allen Anforderungen, wie die Bilder deutlich zeigen.

Als geeignete Stellung des Mannes erwies sich die Bauchlage. Der Mann wurde platt auf den Tisch gelegt, so dass der Oberschenkel in einer festen abgepassten Metallschiene lag, an der zwei Pelotten angebracht waren, die sich fest an die Condylen des Femur anschrauben liessen, so dass die Rollung desselben bei der Beugung des Kniees möglichst ausgeschlossen blieb.

Weiter war es aber auch nothwendig, die Bewegung auf ein räumliches Coordinatensystem zu beziehen. Dies wurde folgendermassen erreicht. Eine in einem Holzrahmen befestigte Glastafel von 1 qm Flächeninhalt wurde mit Asphaltlack bestrichen, und darauf ein rechtwinkliges Quadratcentimeternetz eingeritzt. Die mittelste Verticallinie dieser Tafel wurde als Z-Axe angenommen und in die Verlängerung derselben in den Rahmen auf der einen Seite eine dünne Mettallhülse und auf der anderen Seite eine feine Metallspitze angebracht. Die Tafel wurde so aufgehängt, dass die Z-Axe genau senkrecht stand und ein festes Charnier bildete, um welches die Tafel gedreht werden konnte. Ein sicheres schweres Stativ mit einem Metallstift, der genau in die Hülse hineinpasste, lieferte einen Theil der Charnieraxe. Die Spitze am unteren Rahmen der Tafel spielte in einem feinen Loche, das in einen Marmorklotz eingebohrt worden war. Der Stift an dem Stativ und das Loch in dem Marmorklotz wurden vorher genau durch einen Senkelfaden in einer durch die Höhe des Holzrahmens bestimmten Entfernung von einander senkrecht über einander gebracht. Die Tafel hing dabei an einer Metallkette, die an der Decke des Zimmers befestigt war, so dass das Gewicht der schweren Tafel dadurch vollständig äquilibrirt wurde, und Stift sowohl wie Spitze im Marmorklotz nur dafür zu sorgen hatten, dass die Axe immer genau vertical blieb. Als Anfangspunkt des ganzen Coordinatensystems wurde die Kreuzung der Z-Axe mit der mittleren horizontalen Linie auf der Tafel genommen.

Nachdem die Funkencurven photographirt worden waren, wurde diese Tafel an derselben Stelle, an der sich vorher der Mann befunden hatte, aufgehängt und mit ihrem Netz auf dieselben Platten, welche die Funken aufgenommen hatten, photographirt. Das Photographiren der Tafel auf die beiden Platten wurde hinter einander vorgenommen und die Tafel dabei jedes Mal durch Drehen um die feste Z-Axe so gestellt, dass ihre Ebene senkrecht zu der optischen Axe des betreffenden Apparates stand.

Vor dem ganzen Versuch waren die beiden photographischen Apparate so aufgestellt worden, dass ihre optischen Axen genau horizontal verliefen, und zwar in gleicher Höhe über dem Fussboden, so dass also ihre Verlängerungen sich im Coordinatenanfangspunkt der Tafel schnitten.



Durch Beleuchtung der Tafel von hinten her mit Magnesiumlicht wurde das Photographiren des Coordinatengitters ermöglicht.

Da sich herausstellte, dass sich die Linien der Tafel genau als gerade Linien photographirten, so war es nicht nöthig, das ganze Netz zu photographiren, was für die Erkennung und Aufeinanderbeziehung der Funkenbilder sehr störend gewesen wäre; sondern es genügte, nur die Ränder zu beleuchten, zu photographiren und nachträglich die ganzen Linien durch Ausziehen zu vervollständigen.

Da die photographischen Bilder durch Lichtdruck vervielfältigt worden sind (Tafel I^a bis VI^b), jede neue Reproduction aber das Bild etwas schwächt, so sind diese hinterher ausgezogenen Linien nicht mehr überall ganz deutlich zu erkennen: dasselbe gilt von den ebenfalls erst hinterher eingetragenen Zahlen.

Zu Versuchsobjecten benutzten wir zwei junge, muskelkräftige, normal gebaute Soldaten, *H* und *M*, und wiederholten die Versuche mehrere Male hintereinander.

Als X-Axe des Coordinatensystems wurde die optische Axe des einen und als Y-Axe die optische Axe des anderen photographischen Apparates genommen und zwar so, dass die positve Richtung der X-Axe vom Coordinatenanfangspunkt aus nach dem betreffenden Apparat hin, dagegen die positive Richtung der Y-Axe vom Coordinatenanfang aus nach der Seite gerichtet war, wo der Apparat nicht stand. Als positive Richtung der Z-Axe, welche, wie schon erwähnt, durch die feste Charnieraxe der Tafel gebildet wurde, nahmen wir die Richtung vom Coordinatenanfangspunkt nach oben an.

Durch das Photographiren der Funken und der Tafeln auf ein und dieselbe Platte hat man eine Projection der Funken auf das Coordinatensystem erreicht. Diese Projection ist jedoch keine rechtwinklige, sondern eine centrale, deren Centrum in dem optischen Mittelpunkte der Linse des photographischen Apparates zu suchen ist, da die Linsendicke bei der grossen Entfernung des Objectes vom Apparat unbeschadet der Genauigkeit vernachlässigt werden kann. Die Coordinaten der Punkte, welche man aus den photographischen Bildern bekommt, sind daher noch nicht die richtigen rechtwinkligen Coordinaten der Punkte; sie sind aber hinreichend, um aus ihnen die rechtwinkligen Coordinaten zu berechnen. Zur kürzeren Darstellung der Ableitung der betreffenden Transforma-

mationsformeln sollen die Coordinaten der Punkte, welche von dem photographischen Bilde der YZ-Projection gewonnen sind, mit dem Index a und die, welche aus dem photographischen Bilde der XZ-Projection stammen, mit dem Index b bezeichnet werden. Die Entfernung des optischen Mittelpunktes des Apparates, dessen optische Axe mit der X-Axe zusammenfällt, von dem Coordinatenanfangspunkt soll mit l_a, und die Entfernung des optischen Mittelpunktes des Apparates, dessen optische Axe mit der Y-Axe zusammenfällt, vom Coordinatenanfangspunkt mit l_b bezeichnet werden. Dann lassen sich die rechtwinkligen Coordinaten x, y, z eines jeden Punktes mit Hilfe der Grössen x_b, y_a, z_a, z_b, l_a, l_b berechnen.

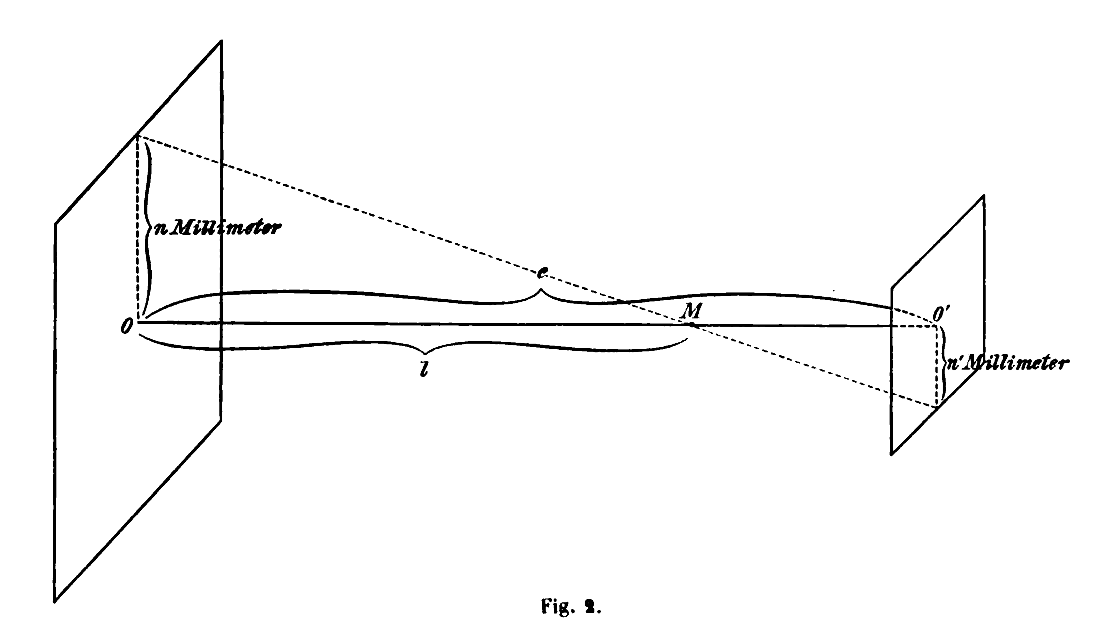


Fig. 2.

Um die Entfernung des optischen Mittelpunktes eines der beiden photographischen Apparate vom Coordinatenanfangspunkt und damit das eine Centrum der Centralprojection zu finden, hat man nicht nöthig, sich mit den Linsenverhältnissen im Apparat selbst zu beschäftigen, sondern es genügt festzustellen, in welchem Verhältniss das betreffende photographische Bild im Vergleich zu den wahren Dimensionen verkleinert ist, und in welcher Entfernung e von der Tafel sich die photographische Platte beim Versuche befunden hat.

Bezeichnet man, wie in obenstehender Figur 2, den optischen Mittelpunkt mit M, die Entfernung desselben von der Tafel mit l,

und entsprechen n' Millimeter auf dem photographischen Bild n Millimetern der Tafel, so hat man infolge der Aehnlichkeit des photographischen Bildes mit dem wirklichen Object folgende Proportion:

$$l : (e - l) = n : n';$$

daraus folgt

$$l = \frac{n}{n + n'} e.$$

Mit Hilfe dieser Formel berechnet man bei jedem Versuche die beiden Grössen l_a und l_b.

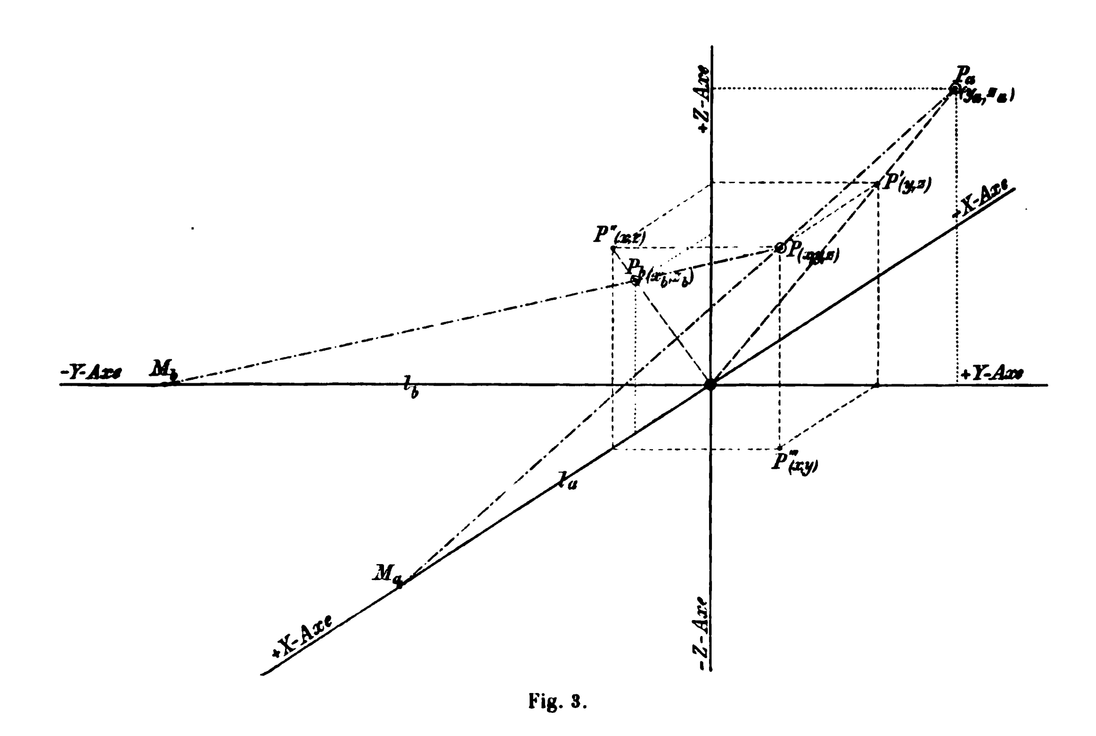


Fig. 3.

Bezeichnet man die Centralprojection eines Punktes P auf die YZ-Ebene mit P_a, die rechtwinklige Projection desselben Punktes auf die YZ-Ebene mit P', die Centralprojection dieses Punktes auf die XZ-Ebene mit P_b, die rechtwinklige Projection auf die XZ-Ebene mit P'' und die beiden optischen Mittelpunkte mit M_a und M_b, so folgt aus der obenstehenden Figur 3:

$$\overline{P'P} : l_a = \overline{P'P}_a : \overline{OP}_a$$
$$\overline{P'P} = x$$
$$\overline{P'P}_a : \overline{OP}_a = (y_a - y) : y_a$$
u. $$\overline{P'P}_a : \overline{OP}_a = (z_a - z) : z_a$$

$$\overline{P''P} : l_b = \overline{P''P}_b : \overline{OP}_b$$
$$\overline{P''P} = y$$
$$\overline{P''P}_b : \overline{OP}_b = (x - x_b) : x_b$$
$$\overline{P''P}_b : \overline{OP}_b = (z - z_b) : z_b$$

(I) $x : l_a = (y_a - y) : y_a$

(II) $x : l_a = (z_a - z) : z_a$

(III) $y : l_b = (x - x_b) : x_b$

(IV) $y : l_b = (z - z_b) : z_b$

Aus (I) und (III) folgt:

$$l_b \cdot x + x_b \cdot y = l_b x_b \cdot$$
$$y_a \cdot x - l_a \cdot y = l_a y_a$$

---

und daraus:

$$x = \frac{l_a l_b \cdot x_b + x_b y_a \cdot l_a}{l_a l_b \cdot + x_b y_a}$$
$$y = \frac{l_a l_b \cdot y_a - x_b y_a \cdot l_b}{l_a l_b + x_b y_a}$$

Aus (II) folgt:

$$z = z_a - \frac{x \cdot z_a}{l_a}$$

Aus (IV) folgt:

$$z = z_b + \frac{y \cdot z_b}{l_b} .$$

Dadurch, dass man zur Berechnung der Coordinate z zwei von einander unabhängige Formeln besitzt, hat man zu gleicher Zeit eine Controle für die Messung der Grössen x_b und y_a und die Berechnung der x- und y-Coordinaten.

Im Ganzen wurden an den zwei Individuen (H und M) je zwei Versuche angestellt, und zwar so, dass jedes Mal das Bein in der Ruhe von zwei Seiten photographirt wurde und dann gleich darauf die Funkencurven während der Bewegung projicirt wurden. An jedem Individuum wurden zur Controle zwei Versuche hintereinander gemacht, so dass wir im Ganzen sechs Doppelaufnahmen zur Untersuchung verwendet haben. Dieselben finden sich am Schlusse der Arbeit auf sechs Doppeltafeln:

Auf Tafel I^a und I^b ist das Bein des Mannes H in der Ruhelage mit den drei Funkenbildern photographirt.

Tafel II^a und II^b geben die Funkencurven für den ersten Versuch mit H.

Tafel III^a und III^b die für den zweiten Versuch mit H.

Auf Tafel IV^a und IV^b sieht man das Bein von M in ruhender Lage mit den drei Funkenbildern.

Auf Tafel V^a und V^b die Funkencurven des ersten Versuches mit *M*.

Auf Tafel VI^a und VI^b dieselben des zweiten Versuches mit *M*.

Auf Tabellen I, II, III, IV sind die abgelesenen Centralcoordinaten y_a, z_a, x_b, z_b für die einzelnen Phasen, welche durch die Funken fixirt sind, angegeben. Am Schlusse der Tabellen findet sich noch die Berechnung der Werthe der Grössen l_a und l_b für die zugehörigen Tafeln.

Die Grössen l_a und l_b stimmen bei den vier Tafelpaaren nicht vollständig überein, was darin seinen Grund hat, dass die Glastafel mit dem Gitter bei jedem Versuch immer von Neuem aufgestellt wurde, wobei nicht zu vermeiden war, dass die verticale Drehungsaxe derselben nicht absolut genau an dieselbe Stelle kam, was ja für den einzelnen Versuch ganz gleichgiltig ist.

Tabelle I.

Abgelesene Centralcoordinaten für Tafel II^a und II^b. *H.* I. Versuch.

Nr.	Punkt I.				Punkt II (liegt in der Verlängerung der Tibialängsaxe).				Punkt III.			
	y_a	z_a	x_b	z_b	y_a	z_a	x_b	z_b	y_a	z_a	x_b	z_b
1	+13,6	−49,1	+20,6	−45,5	−41,2	− 8,8	− 0,1	− 9,2	−21,0	+15,8	+13,8	+15,9
2	+13,4	−49,1	+20,4	−45,6	−41,2	− 8,5	− 0,1	− 8,9	−20,9	+16,0	+13,9	+16,0
3	+13,0	−49,2	+20,0	−45,7	−41,2	− 8,1	0	− 8,4	−20,7	+16,3	+13,9	+16,2
4	+12,3	−49,3	+19,1	−46,2	−41,2	− 7,2	0	− 7,4	−20,3	+16,7	+14,1	+16,8
5	+10,7	−49,6	+18,1	−46,6	−41,3	− 5,3	0	− 5,4	−19,5	+17,6	+14,8	+17,7
6	+ 7,3	−49,8	+16,4	−47,0	−41,2	− 1,1	0	− 0,9	−17,9	+19,3	+16,0	+19,1
7	+ 3,3	−49,0	+15,4	−46,7	−40,7	+ 3,8	− 0,5	+ 4,4	−15,9	+21,8	+16,1	+21,7
8	− 0,4	−47,5	+15,8	−45,4	−39,8	+ 8,4	− 1,2	+ 9,3	−13,9	+24,6	+15,3	+24,2
9	− 3,8	−45,5	+16,9	−43,6	−38,5	+12,8	− 2,2	+14,0	−11,4	+27,4	+14,2	+27,0
10	− 7,3	−43,2	+17,6	−41,5	−36,7	+17,6	− 3,0	+19,1	− 8,6	+30,0	+13,4	+29,5
11	−11,3	−40,5	+17,7	−39,0	−34,1	+22,8	− 3,4	+24,6	− 4,8	+32,4	+13,0	+31,7
12	−15,2	−37,0	+18,2	−35,9	−30,6	+28,1	− 4,0	+30,0	− 0,5	+34,6	+12,2	+33,6
13	−19,3	−32,5	+18,8	−31,6	−25,9	+33,3	− 4,9	+35,5	+ 4,8	+36,4	+11,3	+35,1
14	−22,1	−28,6	+18,9	−28,0	−21,8	+37,1	− 5,7	+39,1	+ 8,8	+37,3	+10,7	+35,9
15	−24,4	−24,5	+18,8	−24,0	−17,3	+40,5	− 6,2	+42,6	+12,8	+37,9	+10,2	+36,1
16	−25,9	−21,4	+18,5	−21,0	−14,1	+42,7	− 6,7	+44,7	+15,8	+38,0	+10,0	+36,0
17	−27,0	−18,9	+18,3	−18,5	−11,1	+44,3	− 6,9	+46,2	+18,3	+37,9	+ 9,9	+35,8
18	−27,8	−16,3	+18,2	−16,0	− 8,3	+45,7	− 7,0	+47,2	+20,7	+37,7	+ 9,8	+35,5
19	−28,4	−14,0	+18,0	−13,8	− 5,8	+46,7	− 7,3	+48,1	+22,7	+37,5	+ 9,7	+35,2
20	−29,1	−11,3	+17,8	−11,0	− 2,7	+47,8	− 7,8	+49,0	+25,1	+37,0	+ 9,5	+34,7
21	−29,6	− 7,8	+17,4	− 7,6	+ 1,3	+48,8	− 8,2	+49,8	+27,9	+36,3	+ 9,3	+34,0
22	−29,9	− 4,7	+16,9	− 4,5	+ 4,9	+49,5	− 8,5	+50,4	+30,5	+35,4	+ 9,2	+33,0
23	−29,8	− 1,7	+16,6	− 1,4	+ 8,3	+49,9	− 8,8	+50,7	+33,0	+34,5	+ 9,1	+32,0
24	−29,7	+ 0,9	+16,5	+ 1,1	+11,2	+50,1	− 9,1	+50,7	+34,8	+33,7	+ 9,0	+31,1
25	−29,3	+ 3,3	+16,2	+ 3,4	+13,8	+50,1	− 9,5	+50,5	+36,7	+32,8	+ 8,7	+30,2
26	−28,9	+ 5,1	+16,1	+ 5,4	+15,8	+50,0	−10,0	+50,2	+38,1	+32,0	+ 8,4	+29,5
27	−28,4	+ 7,1	+16,1	+ 7,3	+17,9	+49,9	−10,4	+50,0	+39,6	+31,1	+ 8,0	+28,8
28	−28,0	+ 8,9	+16,0	+ 9,0	+19,8	+49,6	−10,8	+49,6	+40,8	+30,3	+ 7,8	+28,0
29	−27,6	+10,3	+15,9	+10,5	+21,6	+49,4	−11,0	+49,3	+41,8	+29,7	+ 7,7	+27,2
30	−27,3	+11,3	+15,8	+11,4	+22,7	+49,2	−11,1	+49,0	+42,5	+29,1	+ 7,6	+26,8
31	−26,9	+12,1	+15,8	+12,2	+23,7	+49,0	−11,3	+48,7	+43,2	+28,7	+ 7,5	+26,3
32	−26,6	+13,0	+15,7	+13,1	+24,7	+48,9	−11,5	+48,5	+43,8	+28,2	+ 7,4	+25,8
33	−26,3	+13,6	+15,6	+13,8	+25,4	+48,7	−11,6	+48,3	+44,2	+27,9	+ 7,4	+25,5

Für Tafel II^a ist $n = 980$ mm, $n' = 142{,}4$ mm, $\varepsilon_a = 421{,}8$ cm,
für Tafel II^b ist $n = 980$ mm, $n' = 114{,}8$ mm, $\varepsilon_b = 716{,}0$ cm,

folglich ist $$l_a = \frac{980}{980 + 142{,}4} \cdot 421{,}8 \text{ cm} = 368{,}3 \text{ cm}$$

und $$l_b = \frac{980}{980 + 114{,}8} \cdot 716{,}0 \text{ cm} = 640{,}9 \text{ cm} .$$

Tabelle II.

Abgelesene Centralcoordinaten für Tafel III[a] und III[b]. *H.* II. Versuch.

Nr.	Punkt I. y_a	z_a	x_b	z_b	Punkt II. y_a	z_a	x_b	z_b	Punkt III. y_a	z_a	x_b	z_b
1	+ 9,7	−48,7	+19,0	−45,6	−42,2	− 6,1	− 3,2	− 6,5	−21,5	+17,7	+11,1	+17,7
2	+ 9,4	−48,7	+18,9	−45,7	−42,2	− 5,8	− 3,2	− 6,1	−21,3	+17,9	+11,2	+17,8
3	+ 7,9	−48,9	+18,0	−45,9	−42,2	− 4,0	− 3,3	− 4,1	−20,7	+18,8	+11,6	+18,8
4	+ 5,8	−48,9	+16,8	−46,1	−42,1	− 1,3	− 3,7	− 1,2	−19,5	+20,0	+12,0	+20,0
5	+ 2,7	−48,3	+16,0	−45,9	−41,9	+ 2,3	− 4,1	+ 2,7	−18,0	+21,9	+12,0	+21,9
6	− 0,6	−47,1	+16,1	−45,0	−41,0	+ 6,3	− 5,2	+ 7,1	−16,2	+24,4	+11,2	+24,2
7	− 3,9	−45,2	+16,7	−43,4	−40,0	+10,7	− 6,6	+11,6	−14,2	+27,0	+10,1	+26,9
8	− 7,7	−43,0	+17,3	−41,4	−38,4	+14,9	− 7,8	+16,3	−11,7	+29,6	+ 8,9	+29,4
9	−11,0	−40,6	+17,8	−39,2	−36,5	+19,1	− 9,0	+20,9	− 8,9	+31,8	+ 7,8	+31,4
10	−14,4	−37,7	+18,2	−36,5	−33,9	+23,4	−10,0	+25,5	− 5,4	+33,9	+ 6,7	+33,4
11	−17,0	−35,2	+18,7	−34,2	−31,8	+26,6	−11,0	+28,9	− 2,7	+35,1	+ 5,9	+34,8
12	−19,8	−32,2	+18,6	−31,5	−28,8	+30,0	−12,0	+32,4	+ 0,7	+36,5	+ 5,1	+35,9
13	−22,0	−29,4	+18,6	−28,8	−25,9	+32,9	−12,9	+35,5	+ 3,7	+37,3	+ 4,5	+36,5
14	−24,1	−26,2	+18,2	−25,9	−22,8	+35,7	−13,7	+38,2	+ 6,9	+37,9	+ 4,0	+37,0
15	−25,9	−23,2	+17,8	−22,9	−19,4	+38,1	−14,2	+40,8	+ 9,9	+38,2	+ 3,8	+37,1
16	−27,3	−20,2	+17,3	−20,0	−16,3	+40,1	−14,9	+42,9	+12,7	+38,4	+ 3,7	+37,2
17	−28,3	−18,1	+16,8	−18,0	−13,9	+41,7	−15,1	+44,2	+14,8	+38,4	+ 3,6	+37,1
18	−29,2	−15,8	+16,2	−15,6	−11,3	+42,9	−15,6	+45,5	+17,0	+38,3	+ 3,5	+37,0
19	−29,9	−13,7	+15,7	−13,7	− 8,9	+44,0	−15,8	+46,5	+19,0	+38,1	+ 3,5	+36,7
20	−30,3	−11,7	+15,1	−11,5	− 6,7	+44,9	−15,9	+47,3	+20,8	+37,9	+ 3,4	+36,2
21	−30,9	− 9,6	+14,6	− 9,5	− 4,1	+45,8	−16,1	+48,0	+22,7	+37,6	+ 3,3	+35,8
22	−31,2	− 7,2	+14,0	− 7,2	− 1,3	+46,6	−16,2	+48,8	+24,7	+37,0	+ 3,2	+35,2
23	−31,4	− 5,0	+13,7	− 5,0	+ 1,1	+47,1	−16,3	+49,1	+26,4	+36,6	+ 3,2	+34,7
24	−31,6	− 2,8	+13,0	− 2,8	+ 3,9	+47,6	−16,5	+49,3	+28,3	+35,9	+ 3,1	+33,9
25	−31,5	− 1,0	+12,8	− 0,9	+ 5,9	+47,9	−16,8	+49,4	+29,9	+35,3	+ 3,2	+33,3
26	−31,5	+ 0,9	+12,2	+ 1,0	+ 8,0	+48,0	−17,0	+49,5	+31,2	+34,8	+ 3,2	+32,7
27	−31,3	+ 2,3	+12,1	+ 2,5	+ 9,7	+48,1	−17,2	+49,5	+32,4	+34,2	+ 3,3	+32,1
28	−31,1	+ 3,6	+11,9	+ 3,8	+11,0	+48,1	−17,3	+49,4	+33,4	+33,7	+ 3,3	+31,6
29	−31,0	+ 4,7	+11,7	+ 4,8	+12,2	+48,1	−17,4	+49,3	+34,3	+33,2	+ 3,3	+31,1
30	−30,9	+ 5,7	+11,4	+ 5,9	+13,2	+48,0	−17,5	+49,2	+35,0	+32,9	+ 3,3	+30,7
31	−30,8	+ 6,2	+11,2	+ 6,3	+14,0	+48,0	−17,6	+49,1	+35,3	+32,7	+ 3,3	+30,5

Für Tafel III[a] ist $n = 980$ m, $n' = 142{,}3$ mm, $\varepsilon_a = 421{,}8$ cm,
für Tafel III[b] ist $n = 980$ m, $n' = 114{,}9$ mm, $\varepsilon_b = 716{,}0$ cm,

folglich ist $$l_a = \frac{980}{980 + 142{,}3} \cdot 421{,}8 \text{ cm} = 368{,}3 \text{ cm},$$

und $$l_b = \frac{980}{980 + 114{,}9} \cdot 716{,}0 \text{ cm} = 640{,}8 \text{ cm}.$$

Tabelle III.

Abgelesene Centralcoordinaten für Tafel V^a und V^b. *M.* I. Versuch.

Nr.	Punkt I.				Punkt II.				Punkt III.			
	y_a	z_a	x_b	z_b	y_a	z_a	x_b	z_b	y_a	z_a	x_b	z_b
1	+17,5	−46,7	+24,5	−42,4	−40,5	−12,2	+5,2	−12,8	−23,8	+14,7	+15,9	+14,6
2	+16,7	−46,8	+24,3	−42,5	−40,6	−11,3	+4,9	−11,8	−23,6	+15,2	+15,9	+15,1
3	+15,1	−46,9	+23,8	−42,7	−40,8	− 9,8	+4,6	−10,2	−23,1	+16,2	+15,9	+16,0
4	+13,2	−47,1	+23,2	−43,0	−40,9	− 7,3	+4,0	− 7,6	−22,3	+17,8	+15,9	+17,6
5	+10,9	−47,2	+21,9	−43,6	−41,0	− 4,2	+3,3	− 4,3	−21,3	+19,4	+16,0	+19,1
6	+ 7,9	−47,1	+20,7	−43,7	−40,9	− 0,5	+2,7	− 0,4	−20,0	+21,5	+16,2	+21,1
7	+ 4,3	−46,0	+20,3	−43,1	−40,4	+ 4,0	+1,9	+ 4,3	−18,2	+24,2	+15,9	+23,8
8	+ 0,8	−44,1	+20,8	−41,6	−39,6	+ 8,9	+1,1	+ 9,6	−16,0	+27,6	+15,2	+27,0
9	− 2,9	−42,2	+21,0	−39,8	−38,2	+13,9	+0,2	+14,8	−13,2	+30,6	+14,5	+29,9
10	− 6,1	−40,1	+21,4	−38,0	−36,5	+18,5	−0,4	+19,7	−10,2	+33,2	+13,8	+32,3
11	− 8,4	−38,2	+21,7	−36,3	−34,9	+21,8	−1,0	+23,1	− 8,0	+35,0	+13,3	+34,0
12	−10,2	−36,6	+21,9	−34,9	−33,2	+24,6	−1,4	+26,0	− 5,9	+36,5	+12,9	+35,3
13	−12,8	−34,0	+22,2	−32,5	−31,1	+28,2	−2,1	+29,9	− 2,8	+38,2	+12,3	+37,0
14	−15,3	−30,8	+22,7	−29,6	−28,0	+32,3	−2,6	+34,0	+ 1,1	+40,0	+11,5	+38,4
15	−17,9	−26,7	+23,5	−25,5	−23,7	+37,0	−3,1	+38,6	+ 6,1	+41,7	+10,7	+39,9
16	−19,4	−23,1	+24,1	−22,2	−20,1	+40,1	−3,4	+41,8	+10,1	+42,4	+10,1	+40,5
17	−20,8	−19,2	+24,7	−18,4	−15,9	+43,3	−3,9	+44,7	+14,5	+43,0	+ 9,3	+40,8
18	−21,9	−15,3	+25,1	−14,7	−11,6	+46,0	−4,4	+47,2	+18,8	+43,1	+ 8,7	+40,7
19	−22,5	−11,7	+25,3	−11,3	− 7,7	+47,8	−5,0	+49.0	+22,3	+43,0	+ 7,9	+40,4
20	−23,0	− 7,8	+25,3	− 7,5	− 3,0	+49,7	−5,5	+50,6	+26,4	+42,4	+ 7,4	+39,8
21	−23,2	− 3,8	+25,3	− 3,7	+ 1,9	+51,2	−5,7	+51,8	+30,6	+41,5	+ 7,2	+38,7
22	−23,0	− 0,4	+25,4	− 0,5	+ 6,3	+52,3	−5,7	+52,7	+34,1	+40,3	+ 7,1	+37,4
23	−22,7	+ 2,1	+25,4	+ 2,2	+10,0	+53,0	−5,5	+53,0	+36,9	+39,2	+ 7,1	+36,2
24	−22,1	+ 4,6	+25,6	+ 4,3	+13,2	+53,3	−5,3	+53,1	+39,6	+38,1	+ 7,1	+35,1
25	−21,5	+ 7,0	+25,7	+ 6,7	+16,4	+53,4	−5,3	+53,0	+41,9	+36,9	+ 7,0	+33,8
26	−20,8	+ 9,2	+25,7	+ 8,9	+19,5	+53,4	−5,5	+52,7	+44,0	+35,5	+ 6,9	+32,4
27	−19,9	+11,7	+25,7	+11,1	+22,6	+53,1	−5,8	+52,1	+46,1	+34,2	+ 6,7	+31,2
28	−19,0	+13,9	+25,6	+13,3	+25,7	+52,8	−6,2	+51,6	+48,1	+32,7	+ 6,2	+29,7
29	−18,1	+16,2	+25,3	+15,4	+28,3	+52,2	−6,9	+50,9	+49,8	+31,1	+ 6,0	+28,4
30	−17,2	+18,3	+24,9	+17,5	+31,1	+51,4	−7,3	+50,0	+51,4	+29,7	+ 6,0	+27,1
31	−16,7	+19,9	+24,3	+19,0	+33,1	+50,9	−7,7	+49,2	+52,5	+28,6	+ 5,9	+25,9

Für Tafel V^a ist $n = 980$ mm, $n' = 142{,}4$ mm, $\varepsilon_a = 421{,}8$ cm,

für Tafel V^b ist $n = 980$ mm, $n' = 115{,}1$ mm, $\varepsilon_b = 716{,}0$ cm,

folglich ist $$l_a = \frac{980}{980 + 142{,}4} \cdot 421{,}8 \text{ cm} = 368{,}3 \text{ cm},$$

$$l_b = \frac{980}{980 + 115{,}1} \cdot 716{,}0 \text{ cm} = 640{,}7 \text{ cm}.$$

Tabelle IV.

Abgelesene Centralcoordinaten für Tafel VI[a] und VI[b]. *M.* II. Versuch.

Nr.	Punkt I. y_a	z_a	x_b	z_b	Punkt II. y_a	z_a	x_b	z_b	Punkt III. y_a	z_a	x_b	z_b
1	+13,1	−45,8	+26,3	−41,5	−42,8	− 9,6	+4,3	−10,0	−25,2	+16,8	+14,6	+16,8
2	+12,5	−46,0	+25,9	−41,8	−42,9	− 9,0	+4,1	− 9,3	−25,0	+17,0	+14,7	+17,0
3	+11,3	−46,3	+24,9	−42,3	−43,0	− 7,6	+3,6	− 8,0	−24,7	+17,7	+14,8	+17,8
4	+ 8,0	−46,7	+23,1	−43,0	−43,0	− 3,8	+2,5	− 4,0	−23,4	+19,9	+15,0	+19,8
5	+ 2,7	−45,8	+21,7	−42,8	−42,5	+ 3,0	+1,0	+ 3,2	−20,9	+23,9	+14,9	+23,8
6	− 2,4	−43,5	+21,5	−41,0	−41,2	+ 9,7	−0,4	+10,6	−17,8	+28,2	+13,8	+27,9
7	−12,1	−37,1	+21,3	−35,5	−35,7	+23,2	−3,0	+24,9	− 9,1	+35,8	+12,0	+35,1
8	−16,0	−33,1	+21,9	−31,7	−32,0	+28,9	−4,0	+30,9	− 4,1	+38,6	+11,0	+37,7
9	−19,0	−29,0	+22,4	−27,9	−27,9	+33,9	−4,7	+36,0	+ 0,9	+40,6	+10,1	+39,4
10	−21,5	−24,0	+23,1	−23,1	−22,9	+38,9	−5,1	+40,9	+ 6,6	+42,2	+ 9,2	+40,7
11	−23,6	−17,8	+24,4	−17,1	−16,6	+43,7	−5,8	+45,5	+13,2	+43,2	+ 8,1	+41,3
12	−25,1	−10,5	+24,8	−10,0	− 8,7	+48,2	−6,5	+49,6	+20,8	+43,2	+ 7,1	+40,9
13	−25,7	− 4,7	+24,8	− 4,4	− 1,6	+51,0	−6,8	+51,8	+26,9	+42,2	+ 6,8	+39,8
14	−25,0	+ 4,7	+24,6	+ 4,5	+10,1	+53,3	−7,0	+53,3	+36,1	+39,1	+ 6,4	+36,3
15	−24,0	+ 8,2	+24,6	+ 8,0	+14,8	+53,6	−7,5	+53,2	+39,8	+37,4	+ 6,0	+34,7
16	−23,2	+11,4	+24,1	+11,1	+18,9	+53,3	−8,0	+52,8	+42,3	+35,8	+ 5,9	+33,0
17	−22,5	+13,7	+23,9	+13,3	+21,7	+53,0	−8,4	+52,3	+44,3	+34,5	+ 5,7	+31,7
18	−21,4	+16,3	+23,6	+15,9	+25,0	+52,4	−8,9	+51,4	+46,6	+32,8	+ 5,3	+30,0
19	−20,3	+18,7	+23,1	+18,1	+28,0	+51,7	−9,3	+50,6	+48,4	+31,2	+ 5,1	+28,5
20	−19,5	+20,8	+22,6	+20,2	+30,8	+51,0	−9,6	+49,8	+50,1	+29,7	+ 5,0	+27,2
21	−18,9	+22,4	+21,9	+21,8	+32,9	+50,1	−9,8	+48,9	+51,1	+28,3	+ 5,1	+25,9

Für Tafel VI[a] ist $n = 980$ mm, $n' = 142{,}3$ mm, $\varepsilon_a = 421{,}8$ cm,
für Tafel VI[b] ist $n = 980$ mm, $n' = 114{,}7$ mm, $\varepsilon_b = 716{,}0$ cm,

folglich ist $$l_a = \frac{980}{980 + 142{,}3} \cdot 421{,}8 \text{ cm} = 368{,}3 \text{ cm},$$

und $$l_b = \frac{980}{980 + 114{,}7} \cdot 716{,}0 \text{ cm} = 641{,}0 \text{ cm}.$$

Aus diesen abgelesenen Coordinaten berechnet man mit Hülfe der Formeln auf pag. 24 die rechtwinkligen Coordinaten. Dieselben finden sich in den folgenden Tabellen V, VI, VII, VIII niedergelegt.

Tabelle V.

Berechnete rechtwinklige Coordinaten für Tafel IIa und IIb. *H.* I. Versuch.

Nr.	Punkt I. x_1	y_1	z_1		Mittel für z_1	Punkt II (liegt in der Verlängerung der Tibialängsaxe). x_2	y_2	z_2		Mittel für z_2	Punkt III. x_3	y_3	z_3		Mittel für z_3
1	+21,0	+12,8	−46,3	−46,4	−46,35	− 0,1	−41,2	− 8,8	− 8,6	− 8,7	+13,3	−20,2	+15,2	+15,4	+15,3
2	+20,8	+12,7	−46,3	−46,5	−46,4	− 0,1	−41,2	− 8,5	− 8,3	− 8,4	+13,4	−20,1	+15,4	+15,5	+15,45
3	+20,4	+12,3	−46,5	−46,6	−46,55	0	−41,2	− 8,1	− 7,9	− 8,0	+13,5	−19,9	+15,7	+15,7	+15,7
4	+19,5	+11,7	−46,7	−47,0	−46,85	0	−41,2	− 7,2	− 6,9	− 7,05	+13,7	−19,5	+16,1	+16,3	+16,2
5	+18,4	+10,2	−47,1	−47,3	−47,2	0	−41,3	− 5,3	− 5,0	− 5,15	+14,3	−18,7	+16,9	+17,2	+17,05
6	+16,6	+ 7,0	−47,6	−47,5	−47,55	0	−41,2	− 1,1	− 0,8	− 0,95	+15,6	−17,1	+18,5	+18,6	+18,55
7	+15,5	+ 3,2	−46,9	−46,9	−46,9	− 0,5	−40,8	+ 3,8	+ 4,1	+ 3,95	+15,7	−15,2	+20,9	+21,2	+21,05
8	+15,8	− 0,4	−45,5	−45,4	−45,45	− 1,1	−39,9	+ 8,4	+ 8,7	+ 8,55	+15,0	−13,3	+23,6	+23,7	+23,65
9	+16,8	− 3,6	−43,4	−43,4	−43,4	− 2,1	−38,7	+12,9	+13,2	+13,05	+13,9	−11,0	+26,4	+26,5	+26,45
10	+17,4	− 7,0	−41,2	−41,0	−41,1	− 2,8	−37,0	+17,7	+18,0	+17,85	+13,2	− 8,3	+28,9	+29,1	+29,0
11	+17,4	−10,8	−38,6	−38,3	−38,45	− 3,2	−34,4	+23,0	+23,3	+23,15	+12,9	− 4,6	+31,3	+31,5	+31,4
12	+17,8	−14,4	−35,2	−35,1	−35,15	− 3,8	−30,9	+28,4	+28,6	+28,5	+12,2	− 0,5	+33,5	+33,6	+33,55
13	+18,2	−18,3	−30,9	−30,7	−30,8	− 4,7	−26,2	+33,7	+34,0	+33,85	+11,4	+ 4,7	+35,3	+35,4	+35,35
14	+18,2	−21,1	−27,2	−27,1	−27,15	− 5,5	−22,1	+37,7	+37,8	+37,75	+10,8	+ 8,5	+36,2	+36,4	+36,3
15	+18,1	−23,2	−23,3	−23,1	−23,2	− 6,0	−17,6	+41,2	+41,4	+41,3	+10,4	+12,4	+36,8	+36,8	+36,8
16	+17,8	−24,6	−20,4	−20,2	−20,3	− 6,6	−14,4	+43,5	+43,7	+43,6	+10,2	+15,4	+36,9	+36,9	+36,9
17	+17,5	−25,7	−18,0	−17,8	−17,9	− 6,8	−11,3	+45,1	+45,4	+45,25	+10,2	+17,8	+36,9	+36,8	+36,85
18	+17,4	−26,4	−15,5	−15,3	−15,4	− 6,9	− 8,5	+46,6	+46,6	+46,6	+10,1	+20,1	+36,7	+36,6	+36,65
19	+17,2	−27,0	−13,3	−13,2	−13,25	− 7,2	− 5,9	+47,6	+47,7	+47,65	+10,0	+22,1	+36,5	+36,4	+36,45
20	+17,0	−27,7	−10,8	−10,5	−10,65	− 7,8	− 2,8	+48,8	+48,8	+48,8	+ 9,9	+24,5	+36,0	+36,0	+36,0
21	+16,6	−28,2	− 7,5	− 7,3	− 7,4	− 8,2	+ 1,3	+49,9	+49,9	+49,9	+ 9,7	+27,2	+35,3	+35,4	+35,35
22	+16,1	−28,5	− 4,5	− 4,3	− 4,4	− 8,6	+ 5,0	+50,7	+50,8	+50,75	+ 9,6	+29,7	+34,5	+34,5	+34,5
23	+15,9	−28,5	− 1,6	− 1,3	− 1,45	− 8,9	+ 8,5	+51,1	+51,4	+51,25	+ 9,6	+32,2	+33,6	+33,6	+33,6
24	+15,7	−28,4	+ 0,9	+ 1,1	+ 1,0	− 9,3	+11,5	+51,4	+51,6	+51,5	+ 9,5	+34,0	+32,8	+32,7	+32,75
25	+15,5	−28,0	+ 3,2	+ 3,3	+ 3,25	− 9,7	+14,2	+51,4	+51,6	+51,5	+ 9,2	+35,8	+32,0	+31,9	+31,95
26	+15,4	−27,6	+ 4,9	+ 5,2	+ 5,05	−10,2	+16,2	+51,4	+51,5	+51,45	+ 8,9	+37,2	+31,2	+31,2	+31,2
27	+15,4	−27,2	+ 6,8	+ 7,0	+ 6,9	−10,7	+18,4	+51,3	+51,4	+51,35	+ 8,5	+38,7	+30,4	+30,5	+30,45
28	+15,3	−26,8	+ 8,5	+ 8,6	+ 8,55	−11,1	+20,4	+51,1	+51,2	+51,15	+ 8,3	+39,9	+29,6	+29,7	+29,65
29	+15,2	−26,4	+ 9,9	+10,1	+10,0	−11,4	+22,2	+50,9	+51,0	+50,95	+ 8,2	+40,9	+29,0	+28,9	+28,95
30	+15,1	−26,1	+10,8	+10,9	+10,85	−11,5	+23,4	+50,7	+50,8	+50,75	+ 8,1	+41,6	+28,5	+28,5	+28,5
31	+15,1	−25,7	+11,6	+11,7	+11,65	−11,7	+24,4	+50,6	+50,6	+50,6	+ 8,0	+42,3	+28,1	+28,0	+28,05
32	+15,0	−25,5	+12,5	+12,6	+12,55	−11,9	+25,5	+50,5	+50,4	+50,45	+ 7,9	+42,9	+27,6	+27,5	+27,55
33	+15,0	−25,2	+13,0	+13,3	+13,15	−12,1	+26,2	+50,3	+50,3	+50,3	+ 7,9	+43,3	+27,3	+27,2	+27,25

Tabelle VI.

Berechnete rechtwinklige Coordinaten für Tafel III[a] und III[b]. *H.* II. Versuch.

Nr.	Punkt I.					Punkt II.					Punkt III.				
	x_1	y_1	z_1		Mittel für z_1	x_2	y_2	z_2		Mittel für z_2	x_3	y_3	z_3		Mittel für z_3
1	+19,3	+ 9,2	−46,1	−46,3	−46,2	− 3,0	−42,6	− 6,1	− 6,1	− 6,1	+10,7	−20,9	+17,2	+17,1	+17,15
2	+19,2	+ 8,9	−46,2	−46,3	−46,25	− 3,0	−42,6	− 5,8	− 5,7	− 5,75	+10,8	−20,7	+17,4	+17,2	+17,1
3	+18,2	+ 7,5	−46,5	−46,4	−46,45	− 3,1	−42,6	− 4,0	− 3,8	− 3,9	+11,2	−20,0	+18,2	+18,2	+18,2
4	+17,0	+ 5,5	−46,6	−46,5	−46,55	− 3,5	−42,5	− 1,3	− 1,1	− 1,2	+11,6	−18,9	+19,4	+19,4	+19,4
5	+16,1	+ 2,6	−46,2	−46,1	−46,15	− 3,8	−42,4	+ 2,3	+ 2,5	+ 2,4	+11,7	−17,4	+21,2	+21,3	+21,25
6	+16,1	− 0,6	−45,0	−45,0	−45,0	− 4,9	−41,6	+ 6,4	+ 6,6	+ 6,5	+10,9	−15,7	+23,7	+23,6	+23,65
7	+16,6	− 3,7	−43,2	−43,1	−43,15	− 6,2	−40,7	+10,9	+10,9	+10.9	+ 9,9	−13,8	+26,3	+26,3	+26,3
8	+17,1	− 7,3	−41,0	−40,9	−40,95	− 7,3	−39,2	+15,2	+15,3	+15,25	+ 8,7	−11,4	+28,9	+28,9	+28,9
9	+17,5	−10,5	−38,7	−38,6	−38,65	− 8,5	−37,4	+19,5	+19.7	+19,6	+ 7,7	− 8.7	+31,2	+31,0	+31,1
0	+17,8	−13,7	−35,9	−35,7	−35,8	− 9,5	−34,8	+24,0	+24,1	+24,05	+ 6,6	− 5,3	+33,3	+33,1	+33,2
1	+18,2	−16,1	−33,5	−33,3	−33,4	−10,5	−32,7	+27,4	+27,4	+27,4	+ 5,9	− 2,7	+34,5	+34,7	+34,6
2	+18,0	−18,8	−30,6	−30,6	−30,6	−11,5	−29,7	+30,9	+30,9	+30,9	+ 5,1	+ 0,7	+36,0	+35,9	+35,95
3	+18,0	−20,9	−28,0	−27,9	−27,95	−12,4	−26,8	+34,0	+34,0	+34,0	+ 4,5	+ 3,7	+36,8	+36,7	+36,75
4	+17,5	−22,9	−25,0	−25,0	−25,0	−13,2	−23,6	+37,0	+36,8	+36,9	+ 4,0	+ 6,8	+37,5	+37,4	+37,45
5	+17,1	−24,6	−22,1	−22,0	−22,05	−13,8	−20,1	+39,5	+39,5	+39,5	+ 3,9	+ 9,8	+37,8	+37,7	+37,75
6	+16,6	−26,0	−19,3	−19,2	−19,25	−14,5	−17,0	+41,7	+41,8	+41,75	+ 3,8	+12,6	+38,0	+37,9	+37,95
7	+16,1	−27,0	−17,3	−17,2	−17,25	−14,8	−14,5	+43,4	+43,2	+43,3	+ 3,7	+14,7	+38,0	+38,0	+38,0
8	+15,5	−27,9	−15,1	−14,9	−15,0	−15,3	−11,8	+44,7	+44,7	+44,7	+ 3,6	+16,8	+37,9	+38,0	+37,95
9	+15,0	−28,6	−13,1	−13,1	−13,1	−15,6	− 9,3	+45,9	+45,8	+45,85	+ 3,6	+18,8	+37,7	+37,8	+37,75
0	+14,4	−29,1	−11,2	−11,0	−11,1	−15,7	− 7,0	+46,8	+46,8	+46,8	+ 3,5	+20,6	+37,5	+37,4	+37,45
1	+13,9	−29,7	− 9,2	− 9,1	− 9,15	−16,0	− 4,3	+47.8	+47,7	+47,75	+ 3,4	+22,5	+37,3	+37,1	+37,2
2	+13,3	−30,0	− 6.9	− 6,9	− 6,9	−16.2	− 1,4	+48,6	+48,7	+48,65	+ 3,3	+24,5	+36,7	+36,5	+36,6
3	+13,0	−30,2	− 4,8	− 4,8	− 4,8	−16,3	+ 1,1	+49,2	+49,2	+49,2	+ 3,3	+26,2	+36,3	+36,1	+36,2
4	+12,4	−30,5	− 2,7	− 2,7	− 2,7	−16,6	+ 4,1	+49,7	+49,6	+49,65	+ 3,2	+28,1	+35,6	+35,4	+35,3
5	+12,2	−30,4	− 1,0	− 0,9	− 0,95	−17,0	+ 6,2	+50,1	+49,9	+50,0	+ 3,3	+29,6	+35,0	+34,8	+34,9
6	+11,6	−30,5	+ 0,9	+ 1,0	+ 0,95	−17,2	+ 8,4	+50,2	+50,1	+50,15	+ 3,4	+30,9	+34,5	+34,3	+34,4
7	+11,5	−30,3	+ 2,2	+ 2,4	+ 2,3	−17,5	+10,1	+50,4	+50,3	+50,35	+ 3,5	+32,1	+33.9	+33,7	+33,8
8	+11,3	−30,1	+ 3,5	+ 3,6	+ 3,55	−17,6	+11.5	+50,4	+50,3	+50,35	+ 3,5	+33,1	+33.4	+33,2	+33,3
9	+11,1	−30,0	+ 4,6	+ 4,6	+ 4,6	−17,7	+12,8	+50,4	+50,3	+50,35	+ 3,5	+34,0	+32,9	+32,7	+32,8
0	+10,9	−29,9	+ 5,5	+ 5,6	+ 5,55	−17,9	+13,8	+50,3	+50,3	+50,3	+ 3,5	+34,7	+32,6	+32,4	+32,5
1	+10,7	−29,9	+ 6,0	+ 6,0	+ 6,0	−18,0	+14,7	+50,4	+50,2	+50,3	+ 3,5	+35,0	+32,4	+32,2	+32,3

Tabelle VII.

Berechnete rechtwinklige Coordinaten für Tafel V[a] und V[b]. *M.* I. Versuch.

Nr.	Punkt I. x_1	y_1	z_1		Mittel für z_1	Punkt II. x_2	y_2	z_2		Mittel für z_2	Punkt III. x_3	y_3	z_3		Mittel für z_3
1	+25,2	+16,3	−43,5	−43,5	−43,5	+4,9	−39,9	−12,0	−12,0	−12,0	+15,3	−22,8	+14,1	+14,1	+14,1
2	+24,9	+15,6	−43,6	−43,5	−43,55	+4,6	−40,1	−11,2	−11,1	−11,15	+15,3	−22,6	+14,6	+14,6	+14,6
3	+24,4	+14,1	−43,8	−43,6	−43,7	+4,3	−40,3	− 9,7	− 9,6	− 9,65	+15,3	−22,1	+15,5	+15,4	+15,45
4	+23,7	+12,4	−44,1	−43,8	−43,95	+3,7	−40,5	− 7,2	− 7,1	− 7,15	+15,3	−21,3	+17,1	+17,0	+17,05
5	+22,3	+10,3	−44,3	−44,3	−44,3	+3,1	−40,6	− 4,2	− 4,0	− 4,1	+15,5	−20,4	+18,6	+18,5	+18,55
6	+21,0	+ 7,5	−44,4	−44,2	−44,3	+2,5	−40,6	− 0,5	− 0,4	− 0,45	+15,7	−19,1	+20,6	+20,5	+20,55
7	+20,4	+ 4,1	−43,5	−43,4	−43,45	+1,8	−40,2	+ 4,0	+ 4,0	+ 4,0	+15,4	−17,4	+23,2	+23,2	+23,2
8	+20,8	+ 0,8	−41,6	−41,7	−41,65	+1,0	−39,5	+ 8,9	+ 9,0	+ 8,95	+14,8	−15,3	+26,5	+26,4	+26,45
9	+20,9	− 2,7	−39,8	−39,6	−39,7	+0,2	−38,2	+13,9	+13,9	+13,9	+14,2	−12,7	+29,4	+29,3	+29,35
10	+21,2	− 5,7	−37,8	−37,7	−37,75	−0,4	−36,5	+18,5	+18,6	+18,55	+13,6	− 9,8	+32,0	+31,8	+31,9
11	+21,4	− 7,9	−36,0	−35,9	−35,95	−0,9	−35,0	+21,9	+21,8	+21,85	+13,1	− 7,7	+33,8	+33,6	+33,7
12	+21,6	− 9,6	−34,5	−34,4	−34,45	−1,3	−33,3	+24,7	+24,6	+24,65	+12,8	− 5,7	+35,2	+35,0	+35,1
13	+21,8	−12,0	−32,0	−31,9	−31,95	−2,0	−31,3	+28,4	+28,4	+28,4	+12,2	− 2,7	+36,9	+36,8	+36,85
14	+22,2	−14,4	−28,9	−28,9	−28,9	−2,5	−28,2	+32,5	+32,5	+32,5	+11,5	+ 1,1	+38,7	+38,5	+38,6
15	+22,8	−16,8	−25,0	−24,8	−24,9	−3,0	−23,9	+37,3	+37,2	+37,25	+10,8	+ 5,9	+40,5	+40,3	+40,4
16	+23,4	−18,1	−21,6	−21,6	−21,6	−3,3	−20,3	+40,5	+40,5	+40,5	+10,3	+ 9,8	+41,2	+41,1	+41,15
17	+23,9	−19,4	−18,0	−17,8	−17,9	−3,8	−16,1	+43,7	+43,6	+43,65	+ 9,5	+14,1	+41,9	+41,7	+41,8
18	+24,2	−20,4	−14,3	−14,2	−14,25	−4,3	−11,7	+46,5	+46,3	+46,4	+ 9,0	+18,4	+42,0	+41,9	+41,95
19	+24,4	−21,0	−10,9	−10,9	−10,9	−4,9	− 7,8	+48,4	+48,4	+48,4	+ 8,2	+21,8	+42,0	+41,8	+41,9
20	+24,4	−21,4	− 7,3	− 7,2	− 7,25	−5,5	− 3,0	+50,4	+50,4	+50,4	+ 7,7	+25,9	+41,5	+41,4	+41,45
21	+24,1	−21,6	− 3,5	− 3,6	− 3,55	−5,7	+ 1,9	+52,0	+52,0	+52,0	+ 7,5	+30,0	+40,7	+40,5	+40,6
22	+24,5	−21,4	− 0,4	− 0,5	− 0,45	−5,8	+ 6,4	+53,1	+53,2	+53,15	+ 7,5	+33,4	+39,5	+39,3	+39,4
23	+24,5	−21,1	+ 2,0	+ 2,1	+ 2,05	−5,6	+10,1	+53,8	+53,8	+53,8	+ 7,5	+36,2	+38,4	+38,2	+38,3
24	+24,7	−20,6	+ 4,3	+ 4,2	+ 4,25	−5,4	+13,4	+54,1	+54,2	+54,15	+ 7,5	+38,8	+37,3	+37,2	+37,25
25	+24,8	−20,0	+ 6,5	+ 6,5	+ 6,5	−5,4	+16,6	+54,2	+54,4	+54,3	+ 7,5	+41,1	+36,1	+36,0	+36,05
26	+24,9	−19,3	+ 8,6	+ 8,6	+ 8,6	−5,7	+19,8	+54,2	+54,3	+54,25	+ 7,4	+43,2	+34,8	+34,6	+34,7
27	+24,9	−18,5	+10,9	+10,8	+10,85	−6,0	+23,0	+54,0	+54,0	+54,0	+ 7,2	+45,3	+33,5	+33,4	+33,45
28	+24,8	−17,7	+13,0	+12,9	+12,95	−6,4	+26,1	+53,7	+53,7	+53,7	+ 6,7	+47,3	+32,1	+31,9	+32,0
29	+24,6	−16,9	+15,1	+15,0	+15,05	−7,2	+28,8	+53,2	+53,2	+53,2	+ 6,5	+49,0	+30,6	+30,6	+30,6
30	+24,2	−16,0	+17,1	+17,1	+17,1	−7,7	+31,7	+52,5	+52,5	+52,5	+ 6,5	+50,6	+29,2	+29,2	+29,2
31	+23,7	−15,6	+18,6	+18,5	+18,55	−8,1	+33,8	+52,0	+51,8	+51,9	+ 6,4	+51,7	+28,1	+28,0	+28,05

Tabelle VIII.

Berechnete rechwinklige Coordinaten für Tafel VI[a] und VI[b]. *M.* II. Versuch.

Nr.	Punkt I. x_1	y_1	z_1		Mittel für z_1	Punkt II. x_2	y_2	z_2		Mittel für z_2	Punkt III. x_3	y_3	z_3		Mittel für z_3
1	+26,8	+12,2	-42,5	-42,3	-42,4	+ 4,0	-42,3	- 9,5	- 9,3	- 9,4	+14,0	-24,2	+16,2	+16,2	+16,2
2	+26,4	+11,6	-42,7	-42,6	-42,5	+ 3,8	-42,4	- 8,9	- 8,7	- 8,8	+14,1	-24,0	+16,4	+16,4	+16,4
3	+25,3	+10,5	-43,1	-43,0	-43,05	+ 3,4	-42,6	- 7,5	- 7,5	- 7,5	+14,2	-23,7	+17,0	+17,1	+17,05
4	+23,4	+ 7,5	-43,7	-43,5	-43,6	+ 2,3	-42,7	- 3,8	- 3,7	- 3,75	+14,5	-22,4	+19,1	+19,1	+19,1
5	+21,8	+ 2,5	-43,1	-43,0	-43,05	+ 0,9	-42,4	+ 3,0	+ 3,0	+ 3,0	+14,4	-20,1	+23,0	+23,1	+23,05
6	+21,4	- 2,3	-41,0	-40,9	-40,95	- 0,4	-41,2	+ 9,7	+ 9,9	+ 9,8	+13,4	-17,1	+27,2	+27,2	+27,2
7	+20,9	-11,4	-35,0	-34,9	-34,95	- 2,8	-36,0	+23,4	+23,5	+23,45	+11,8	- 8,8	+34,7	+34,6	+34,65
8	+21,4	-15,0	-31,2	-31,0	-31,1	- 3,8	-32,3	+29,2	+29,3	+29,25	+10,9	- 4,0	+37,5	+37,5	+37,5
9	+21,7	-17,8	-27,3	-27,1	-27,2	- 4,5	-28,3	+34,3	+34,4	+34,35	+10,1	+ 0,9	+39,5	+39,5	+39,5
10	+22,3	-20,2	-22,6	-22,4	-22,5	- 4,9	-23,2	+39,4	+39,4	+39,4	+ 9,3	+ 6,4	+41,1	+41,1	+41,1
11	+23,5	-22,0	-16,7	-16,5	-16,6	- 5,7	-16,9	+44,4	+44,3	+44,35	+ 8,3	+12,9	+42,2	+42,1	+42,15
12	+23,8	-23,4	- 9,8	- 9,6	- 9,7	- 6,4	- 8,9	+49,0	+48,9	+48,95	+ 7,3	+20,4	+42,3	+42,2	+42,25
13	+23,8	-24,0	- 4,4	- 4,2	- 4,3	- 6,8	- 1,6	+51,9	+51,7	+51,8	+ 7,1	+26,4	+41,4	+41,4	+41,4
14	+23,6	-23,3	+ 4,4	+ 4,3	+ 4,35	- 7,1	+10,3	+54,3	+54,2	+54,25	+ 6,8	+35,5	+38,4	+38,3	+38,35
15	+23,7	-22,4	+ 7,7	+ 7,7	+ 7,7	- 7,7	+15,1	+54,7	+54,5	+54,6	+ 6,4	+39,2	+36,7	+36,8	+36,75
16	+23,2	-21,7	+10,7	+10,7	+10,7	- 8,2	+19,3	+54,5	+54,4	+54,45	+ 6,3	+41,6	+35,2	+35,1	+35,15
17	+23,1	-21,0	+12,8	+12,9	+12,85	- 8,7	+22,2	+54,3	+54,1	+54,2	+ 6,1	+43,6	+33,9	+33,9	+33,9
18	+22,8	-20,0	+15,3	+15,4	+15,35	- 9,2	+25,6	+53,7	+53,5	+53,6	+ 5,7	+45,9	+32,3	+32,1	+32,2
19	+22,4	-19,0	+17,6	+17,6	+17,6	- 9,7	+28,7	+53,1	+52,9	+53,0	+ 5,5	+47,7	+30,7	+30,6	+30,65
20	+21,9	-18,3	+19,6	+19,6	+19,6	-10,1	+31,6	+52,4	+52,3	+52,35	+ 5,4	+49,4	+29,3	+29,3	+29,3
21	+21,3	-17,8	+21,1	+21,2	+21,15	-10,3	+33,8	+51,5	+51,5	+51,5	+ 5,5	+50,4	+27,9	+27,9	+27,9

Ausserdem ergeben sich aus Tafel I[a] und I[b] einerseits, und Tafel IV[a] und IV[b] anderseits folgende Centralcoordinaten für den Gelenkmittelpunkt und die Lagen der drei Funken in der Ruhe, welche nothwendig waren zur Bestimmung der Lage der drei Funkenstellen zu dem Gelenkmittelpunkt.

Abgelesene Coordinaten des Gelenkmittelpunktes und der drei Punkte in der Ruhe, und Werthe der Grössen l_a und l_b:

Für Tafel I[a] und I[b].

Coordinaten des Gelenkmittelpunktes:

$$y_a = +15{,}0\,; \quad z_a = -4{,}0\,; \quad x_b = [illegible]\,.$$

Coordinaten der drei Punkte in der Ruhe:

Punkt I.				Punkt II.				Punkt III.			
y_a	z_a	x_b	z_b	y_a	z_a	x_b	z_b	y_a	z_a	x_b	z_b
+12,3	-48,8	+21,0	-45,2	-40,9	-7,2	-0,8	-7,8	-19,9	+17,2	+13,0	+17,1

Für Tafel I[a] ist $n = 980$ mm, $n' = 142,5$ mm, $\varepsilon_a = 421,8$ cm,
für Tafel I[b] ist $n = 980$ mm, $n' = 114,9$ mm, $\varepsilon_b = 716,0$ cm,

folglich ist $l_a = \frac{980}{980 + 142,5} \cdot 421,8 \text{ cm} = 368,3 \text{ cm}$

und $l_b = \frac{980}{980 + 114,9} \cdot 716,0 \text{ cm} = 640,8 \text{ cm}$.

Für Tafel IV[a] und IV[b]:

Coordinaten des Gelenkmittelpunktes:

y_a	z_a	x_b
+ 17,5	— 3,5	0

Coordinaten der drei Punkte in der Ruhe:

Punkt I.				Punkt II.				Punkt III.			
y_a	z_a	x_b	z_b	y_a	z_a	x_b	z_b	y_a	z_a	x_b	z_b
+18,2	-48,2	+22,7	-43,9	-40,2	-13,7	+4,9	-14,2	-23,9	+12,7	+17,1	+12,7

Für Tafel IV[a] ist $n = 980$ mm, $n' = 142,2$ mm, $\varepsilon_a = 421,8$ cm,
für Tafel IV[b] ist $n = 980$ mm, $n' = 114,8$ mm, $\varepsilon_b = 716,0$ cm,

folglich ist $l_a = \frac{980}{980 + 142,2} \cdot 421,8 \text{ cm} = 368,4 \text{ cm}$,

und $l_b = \frac{980}{980 + 114,8} \cdot 716,0 \text{ cm} = 640,9 \text{ cm}$.

Daraus berechnen sich folgende rechtwinklige Coordinaten für den Gelenkmittelpunkt und die drei Punkte in der Ruhe:

Für Tafel I[a] und I[b]:

Coordinaten des Gelenkmittelpunktes:

$x_0 = 0; \quad y_0 = 15,0; \quad z_0 = -4,0.$

Coordinaten der drei Punkte in der Ruhe:

Punkt I.					Punkt II.					Punkt III.				
x_1	y_1	z_1		Mittel von z_1	x_2	y_2	z_2		Mittel von z_2	x_3	y_3	z_3		Mittel von z_3
+21,4	+11,6	-46,0	-46,0	-46,0	-0,7	-41,0	-7,2	-7,3	-7,25	+12,6	-19,2	+16,6	+16,6	+16,6

Für Tafel IV[a] und IV[b]:

Coordinaten des Gelenkmittelpunktes:

$$x_0 = 0; \quad y_0 = 17{,}5; \quad z_0 = -3{,}5.$$

Coordinaten der drei Punkte in der Ruhe:

Punkt I.					Punkt II.					Punkt III.				
x_1	y_1	z_1		Mittel von z_1	x_2	y_2	z_2		Mittel von z_2	x_3	y_3	z_3		von z_3 Mittel
+23,3	+17,1	−15,2	−15,1	−15,15	+4,6	−39,7	−13,5	−13,3	−13,4	+16,5	−22,8	+12,1	+12,2	+12,15

Wie schon in einer früheren Arbeit ausführlich auseinandergesetzt wurde, kann man sich dadurch eine genaue Vorstellung von dem ganzen Bewegungsvorgang verschaffen, dass man die ganze Bewegung in lauter kleine auf einander folgende Rotationen zerlegt. Nimmt man nur diese Verrückungen klein genug, so hat man in dieser Folge von Rotationen mit genügender Annäherung ein Bild des ganzen Bewegungsvorganges. Eigentlich müsste man, anstatt von Rotationen, von Schraubenbewegungen sprechen; da aber die ganze Bewegung nahezu so vor sich geht, dass die Längsaxe der Tibia sich in einer einzigen Ebene bewegt, so werden die Schraubenhöhen, wenn überhaupt von solchen die Rede sein kann, nur ganz verschwindende Bruchtheile von Millimetern betragen, und es würde eine vollständige Verkennung der Genauigkeit sein, welche man bei aller Sorgfalt in der Anordnung des Versuches erzielen kann, wollte man sich auf eine Berechnung der Schraubenhöhen, welche den einzelnen Verrückungen entsprechen, einlassen.

Es würden bei der Annahme, dass die Bewegung aus lauter kleinen Rotationen besteht, die Curven von zwei fest mit der Tibia verbundenen Punkten genügen, um die Bewegung vollständig zu analysiren. Wir haben aber absichtlich drei Punkte genommen und auf diese Weise eigentlich das Mittel von drei Versuchen gezogen, nämlich:

1. die Bewegung, wie sie sich aus den Curven der Punkte I und II,

2. die Bewegung, wie sie sich aus den Curven der Punkte II und III, und

3. die Bewegung, wie sie sich aus den Curven der Punkte III und I ergibt.

Da es sich jedesmal um dieselbe Bewegung handelt, so liegt in der Anwendung von drei Punkten ein Mittel, die unvermeidlichen Beobachtungs- und Ablesungsfehler bis zu einem gewissen Grade zu corrigiren.

Um die Richtung der Drehungsaxe zu finden, welche einer solchen kleinen Verrückung entspricht, hat man nur zu beachten, dass alle Punkte bei einer reinen Rotation sich in parallelen Ebenen bewegen, welche sämmtlich senkrecht auf der Rotationsaxe stehen. Es genügt, eine der senkrecht zur Rotationsaxe stehenden Ebenen zu bestimmen, um damit die Richtung der Rotationsaxe selbst zu erhalten.

Zu diesem Zwecke hat man nur nöthig, die Strecken zwischen Anfangs- und Endstellung eines jeden der drei Punkte bei einer Verrückung parallel mit sich selbst so zu verschieben, dass die Anfangsstellungen der drei Punkte in einen einzigen Punkt des Raumes fallen. Dann werden alle drei Strecken in eine einzige Ebene fallen müssen, welche senkrecht zu der Rotationsaxe steht.

Die Gleichung dieser Ebene ist die Gleichung derjenigen Ebene, welche durch die drei Endstellungen nach der Verschiebung gelegt ist; dieser Ebene gehört auch die gemeinsame Anfangsstellung an.

Für die Berechnung ist es am einfachsten, die drei Strecken nach dem Coordinatenanfangspunkte zu verschieben. Dann läuft nämlich die Verschiebung auf eine einfache Subtraction der entsprechenden Coordinaten der Endstellung und Anfangsstellung bei jeder Verrückung hinaus. Die Differenzen sind dann die Coordinaten der Endstellungen nach der Verschiebung. Dieselben sind für die vier Versuche in den folgenden Tabellen IX, X, XI, XII niedergelegt und mit x', y', z' bezeichnet worden. Wir haben nicht die Verrückungen zweier auf einander folgender Funken genommen, weil dieselben bei ihrer Kleinheit zu grosse Fehler gegeben hätten, sondern wir haben bei jeder Verrückung drei Punkte übersprungen. Es sind aber trotzdem alle Punkte bei der Berechnung benutzt worden, so dass wir bei aufeinander folgender Nummerirung der Funken z. B. die Verrückung 1 bis 5, 2 bis 6, 3 bis 7 u. s. w. haben. Dabei sind, wie schon früher, die Coordinaten die zum Punkt I gehören, mit dem Index 1, die zum Punkt II gehörigen mit dem Index 2, die zum Punkt III gehörigen mit dem Index 3 versehen worden.



Tabelle IX.

Differenzen der Coordinaten. Tafel II[a] und II[b]. *H.* I. Versuch.

Verrückung	Punkt I. x'_1	y'_1	z'_1	Punkt II. x'_2	y'_2	z'_2	Punkt III. x'_3	y'_3	z'_3
1, 5	−2,6	− 2,6	− 0,85	+0,1	− 0,1	+ 3,55	+1,0	+ 1,5	+ 1,75
2, 6	−4,2	− 5,7	− 1,15	+0,1	0	+ 7,45	+2,2	+ 3,0	+ 3,1
3, 7	−4,9	− 9,1	− 0,35	−0,5	+ 0,4	+11,95	+2,2	+ 4,7	+ 5,35
4, 8	−2,7	−12,1	+ 1,4	−1,1	+ 1,3	+15,6	+1,3	+ 6,2	+ 7,45
5, 9	−1,6	−13,8	+ 3,8	−2,1	+ 2,6	+18,2	−0,4	+ 7,7	+ 9,4
6,10	+0,8	−14,0	+ 6,45	−2,8	+ 4,2	+18,8	−2,4	+ 8,8	+10,45
7,11	+1,9	−14,0	+ 8,45	−2,7	+ 6,4	+19,2	−2,8	+10,6	+10,35
8,12	+2,0	−14,0	+10,3	−2,7	+ 9,0	+19,95	−2,8	+12,8	+ 9,9
9,13	+1,4	−14,7	+12,6	−2,6	+12,5	+20,8	−2,5	+15,7	+ 8,9
10,14	+0,8	−14,0	+13,95	−2,7	+14,9	+19,9	−2,4	+16,8	+ 7,3
11,15	+0,7	−12,4	+15,25	−2,8	+16,8	+18,15	−2,5	+17,0	+ 5,4
12,16	0	−10,2	+14,85	−2,8	+16,5	+15,1	−2,0	+15,9	+ 3,35
13,17	−0,7	− 7,4	+12,9	−2,1	+14,9	+11,4	−1,2	+13,1	+ 1,5
14,18	−0,8	− 5,4	+11,75	−1,4	+13,6	+ 8,85	−0,7	+11,6	+ 0,35
15,19	−0,9	− 3,8	+ 9,95	−1,2	+11,7	+ 6,35	−0,4	+ 9,7	− 0,35
16,20	−0,8	− 3,1	+ 9,65	−1,2	+11,6	+ 5,2	−0,3	+ 9,1	− 0,9
17,21	−0,9	− 2,5	+10,5	−1,4	+12,6	+ 4,65	−0,5	+ 9,4	− 1,5
18,22	−1,3	− 2,1	+11,0	−1,7	+13,5	+ 4,15	−0,5	+ 9,6	− 2,15
19,23	−1,3	− 1,5	+11,8	−1,7	+14,4	+ 3,6	−0,4	+10,1	− 2,85
20,24	−1,3	− 0,7	+11,65	−1,5	+14,3	+ 2,7	−0,4	+ 9,5	− 3,25
21,25	−1,1	+ 0,2	+10,65	−1,5	+12,9	+ 1,6	−0,5	+ 8,6	− 3,4
22,26	−0,7	+ 0,9	+ 9,45	−1,6	+11,2	+ 0,7	−0,7	+ 7,5	− 3,3
23,27	−0,5	+ 1,3	+ 8,35	−1,8	+ 9,9	+ 0,1	−1,1	+ 6,5	− 3,15
24,28	−0,4	+ 1,6	+ 7,55	−1,8	+ 8,9	− 0,35	−1,2	+ 5,9	− 3,1
25,29	−0,3	+ 1,6	+ 6,75	−1,7	+ 8,0	− 0,55	−1,0	+ 5,1	− 3,0
26,30	−0,3	+ 1,5	+ 5,8	−1,3	+ 7,2	− 0,7	−0,8	+ 4,4	− 2,7
27,31	−0,3	+ 1,5	+ 4,75	−1,0	+ 6,0	− 0,75	−0,5	+ 3,6	− 2,4
28,32	−0,3	+ 1,3	+ 4,0	−0,8	+ 5,1	− 0,7	−0,4	+ 3,0	− 2,1
29,33	−0,2	+ 1,2	+ 3,15	−0,7	+ 4,0	− 0,65	−0,3	+ 2,4	− 1,7

In diesen und den folgenden Tabellen können die Zahlen derselben Spalte nicht, wie es in den früheren Tabellen der Fall ist, eine gewisse Stetigkeit im Zunehmen oder Abnehmen zeigen, da die einzelnen Funken nicht in genau gleichen Zeitintervallen gekommen sind.

Tabelle X.

Differenzen der Coordinaten. Tafel III[a] und III[b]. *H.* II. Versuch.

Verrückung	Punkt I. x'_1	y'_1	z'_1	Punkt II. x'_2	y'_2	z'_2	Punkt III. x'_3	y'_3	z'_3
1, 5	−3,2	− 6,6	+ 0,05	−0,8	+ 0,2	+ 8,5	+1,0	+ 3,5	+4,1
2, 6	−3,1	− 9,5	+ 1,25	−1,9	+ 1,0	+12,25	+0,1	+ 5,0	+6,55
3, 7	−1,6	−11,2	+ 3,3	−3,1	+ 1,9	+14,8	−1,3	+ 6,2	+8,1
4, 8	+0,1	−12,8	+ 5,6	−3,8	+ 3,3	+16,45	−2,9	+ 7,5	+9,5
5, 9	+1,4	−13,1	+ 7,5	−4,7	+ 5,0	+17,2	−4,0	+ 8,7	+9,85
6,10	+1,7	−13,1	+ 9,2	−4,6	+ 6,8	+17,55	−4,3	+10,4	+9,55
7,11	+1,6	−12,4	+ 9,75	−4,3	+ 8,0	+16,5	−4,0	+11,1	+8,3
8,12	+0,9	−11,5	+10,35	−4,2	+ 9,5	+15,65	−3,6	+12,1	+7,05
9,13	+0,5	−10,4	+10,7	−3,9	+10,6	+14,4	−3,2	+12,4	+5,65
10,14	−0,3	− 9,2	+10,8	−3,7	+11,2	+12,85	−2,6	+12,1	+4,25
11,15	−1,1	− 8,5	+11,35	−3,3	+12,6	+12,1	−2,0	+12,5	+3,15
12,16	−1,4	− 7,2	+11,35	−3,0	+12,7	+10,85	−1,3	+11,9	+2,0
13,17	−1,9	− 6,1	+10,7	−2,4	+12,3	+ 9,3	−0,8	+11,0	+1,25
14,18	−2,0	− 5,0	+10,0	−2,1	+11,8	+ 7,8	−0,4	+10,0	+0,5
15,19	−2,1	− 4,0	+ 8,95	−1,8	+10,8	+ 6,35	−0,3	+ 9,0	0
16,20	−2,2	− 3,1	+ 8,15	−1,2	+10,0	+ 5,05	−0,3	+ 8,0	−0,5
17,21	−2,2	− 2,7	+ 8,1	−1,2	+10,2	+ 4,45	−0,3	+ 7,8	−0,8
18,22	−2,2	− 2,1	+ 8,1	−0,9	+10,4	+ 3,95	−0,3	+ 7,7	−1,35
19,23	−2,0	− 1,6	+ 8,3	−0,7	+10,4	+ 3,35	−0,3	+ 7,4	−1,55
20,24	−2,0	− 1,4	+ 8,4	−0,9	+11,1	+ 2,85	−0,3	+ 7,5	−2,15
21,25	−1,7	− 0,7	+ 8,2	−1,0	+10,5	+ 2,25	−0,1	+ 7,1	−2,3
22,26	−1,7	− 0,5	+ 7,85	−1,0	+ 9,8	+ 1,5	+0,1	+ 6,4	−2,2
23,27	−1,5	− 0,1	+ 7,1	−1,2	+ 9,0	+ 1,15	+0,2	+ 5,9	−2,4
24,28	−1,1	+ 0,4	+ 6,25	−1,0	+ 7,4	+ 0,7	+0,3	+ 5,0	−2.0
25,29	−1,1	+ 0,4	+ 5,55	−0,7	+ 6,6	+ 0,35	+0,2	+ 4,4	−2,1
26,30	−0,7	+ 0,6	+ 4,6	−0,7	+ 5,4	+ 0,15	+0,1	+ 3,8	−1,9
27,31	−0,8	+ 0,4	+ 3,7	−0,5	+ 4,6	− 0,05	0	+ 2,9	−1,5

Tabelle XI.

Differenzen der Coordinaten. Tafel V[a] und V[b]. *M.* I. Versuch.

Verrückung	Punkt I. x_1'	y_1'	z_1'	Punkt II. x_2'	y_2'	z_2'	Punkt III. x_3'	y_3'	z_3'
1, 5	−2,9	− 6,0	− 0,8	−1,8	− 0,7	+ 7,9	+0,2	+ 2,4	+ 4,45
2, 6	−3,9	− 8,1	− 0,75	−2,1	− 0,5	+10,7	+0,4	+ 3,5	+ 5,95
3, 7	−4,0	−10,0	+ 0,25	−2,5	+ 0,1	+13,65	+0,1	+ 4,7	+ 7,75
4, 8	−2,9	−11,6	+ 2,3	−2,7	+ 1,0	+16,1	−0,5	+ 6,0	+ 9,4
5, 9	−1,4	−13,0	+ 4,6	−2,9	+ 2,4	+18,0	−1,3	+ 7,7	+10,8
6,10	+0,2	−13,2	+ 6,55	−2,9	+ 4,1	+19,0	−2,1	+ 9,3	+11,35
7,11	+1,0	−12,0	+ 7,5	−2,7	+ 5,2	+17,85	−2,3	+ 9,7	+10,5
8,12	+0,8	−10,4	+ 7,2	−2,3	+ 6,2	+15,7	−2,0	+ 9,6	+ 8,65
9,13	+0,9	− 9,3	+ 7,75	−2,2	+ 6,9	+14,5	−2,0	+10,0	+ 7,5
10,14	+1,0	− 8,7	+ 8,85	−2,1	+ 8,3	+13,95	−2,1	+10,9	+ 6,7
11,15	+1,4	− 8,9	+11,05	−2,1	+11,1	+15,4	−2,3	+13,6	+ 6,7
12,16	+1,8	− 8,5	+12,85	−2,0	+13,0	+15,85	−2,5	+15,5	+ 6,05
13,17	+2,1	− 7,4	+14,05	−1,8	+15,2	+15,25	−2,7	+16,8	+ 4,95
14,18	+2,0	− 6,0	+14,65	−1,8	+16,5	+13,9	−2,5	+17,3	+ 3,35
15,19	+1,6	− 4,2	+14,0	−1,9	+16,1	+11,15	−2,6	+15,9	+ 1,5
16,20	+1,0	− 3,3	+14,35	−2,2	+17,3	+ 9,9	−2,6	+16,1	+ 0,3
17,21	+0,2	− 2,2	+14,35	−1,9	+18,0	+ 8,35	−2,0	+15,9	− 1,2
18,22	+0,3	− 1,0	+13,8	−1,5	+18,1	+ 6,75	−1,5	+15,0	− 2,55
19,23	+0,1	− 0,1	+12,95	−0,7	+17,9	+ 5,4	−0,7	+14,4	− 3,6
20,24	+0,3	+ 0,8	+11,5	+0,1	+16,4	+ 3,75	−0,2	+12,9	− 4,2
21,25	+0,7	+ 1,6	+10,05	+0,3	+14,7	+ 2,3	0	+11,1	− 4,55
22,26	+0,4	+ 2,1	+ 9,05	+0,1	+13,4	+ 1,1	−0,1	+ 9,8	− 4,7
23,27	+0,4	+ 2,6	+ 8,8	−0,4	+12,9	+ 0,2	−0,3	+ 9,1	− 4,85
24,28	+0,1	+ 2,9	+ 8,7	−1,0	+12,7	− 0,45	−0,8	+ 8,5	− 5,25
25,29	−0,2	+ 3,1	+ 8,55	−1,8	+12,2	− 1,1	−1,0	+ 7,9	− 5,45
26,30	−0,7	+ 3,3	+ 8,5	−2,0	+11,9	− 1,75	−0,9	+ 7,4	− 5,5
27,31	−1,2	+ 2,9	+ 7,7	−2,1	+10,8	− 2,1	−0,8	+ 6,4	− 5,4

Tabelle XII.

Differenzen der Coordinaten. Tafel VI[a] und VI[b]. *M.* II. Versuch.

Ver-rückung	Punkt I. x_1'	y_1'	z_1'	Punkt II. x_2'	y_2'	z_2'	Punkt III. x_3'	y_3'	z_3'
1, 4	−3,4	− 4,7	− 1,2	−1,7	− 0,4	+ 5,65	+0,5	+ 1,8	+ 2,9
2, 5	−4,6	− 9,1	− 0,55	−2,9	0	+11,8	+0,3	+ 3,9	+ 6,65
3, 6	−3,9	−12,8	+ 2,1	−3,8	+ 1,4	+17,3	−0,8	+ 6,6	+10,15
4, 7	−2,5	−18,9	+ 8,65	−5,1	+ 6,7	+27,2	−2,7	+13,6	+15,55
5, 8	−0,4	−17,5	+11,95	−4,7	+10,1	+26,25	−3,5	+16,1	+14,45
6, 9	+0,3	−15,5	+13,75	−4,1	+12,9	+24,55	−3,3	+18,0	+12,3
7,10	+1,4	− 8,8	+12,45	−2,1	+12,8	+15,95	−2,5	+15,2	+ 6,45
8,11	+2,1	− 7,0	+14,5	−1,9	+15,4	+15,1	−2,6	+16,9	+ 4,65
9,12	+2,1	− 5,6	+17,5	−1,9	+19,4	+14,6	−2,8	+19,5	+ 2,75
10,13	+1,5	− 3,8	+18,2	−1,9	+21,6	+12,4	−2,2	+20,0	+ 0,3
11,14	+0,1	− 1,3	+20,95	−1,4	+27,2	+ 9,9	−1,5	+22,6	− 3,8
12,15	−0,1	+ 1,0	+17,4	−1,3	+24,0	+ 5,65	−0,9	+18,8	− 5,5
13,16	−0,6	+ 2,3	+15,0	−1,4	+20,9	+ 2,65	−0,8	+15,2	− 6,25
14,17	−0,5	+ 2,3	+ 8,5	−1,6	+11,9	− 0,05	−0,7	+ 8,1	− 4,45
15,18	−0,9	+ 2,4	+ 7,65	−1,5	+10,5	− 1,0	−0,7	+ 6,7	− 4,55
16,19	−0,8	+ 2,7	+ 6,9	−1,5	+ 9,4	− 1,45	−0,8	+ 6,1	− 4,5
17,20	−1,2	+ 2,7	+ 6,75	−1,4	+ 9,4	− 1,85	−0,7	+ 5,8	− 4,6
18,21	−1,5	+ 2,2	+ 5,8	−1,1	+ 8,2	− 2,1	−0,2	+ 4,5	− 4,3

Die Gleichung der Ebene, welche durch die drei Punkte mit den Coordinaten x_1', y_1', z_1'; x_2', y_2', z_2'; x_3', y_3', z_3' gelegt ist, lautet,

$$Ax + By + Cz = D\,,$$

wobei die Grösse D den Werth Null besitzen muss, da die Ebene durch den Coordinatenanfang hindurchgeht. Jeder der Coefficienten A, B und C stellt sich als Summe von drei Determinanten dar, nämlich:

$$\begin{aligned} A &= (y_2'z_3' - y_3'z_2') + (y_3'z_1' - y_1'z_3') + (y_1'z_2' - y_2'z_1') \\ B &= (z_2'x_3' - z_3'x_2') + (z_3'x_1' - z_1'x_3') + (z_1'x_2' - z_2'x_1') \\ C &= (x_2'y_3' - x_3'y_2') + (x_3'y_1' - x_1'y_3') + (x_1'y_2' - x_2'y_1')\,. \end{aligned}$$

Daraus folgen als Gleichungen der Normalen zu dieser Ebene durch den Coordinatenanfangspunkt:

$$y = \frac{B}{A}x \quad \text{und} \quad z = \frac{C}{A}x\,.$$

Die Berechnung der Grössen A, B und C und der Quotienten $\frac{B}{A}$ und $\frac{C}{A}$ ist in folgenden vier Tabellenpaaren niedergelegt: XIII[a] und XIII[b], XIV[a] und XIV[b], XV[a] und XV[b], XVI[a] und XVI[b].

Tabelle XIIIa.

Berechnung der 9 Determinanten. Tafel IIa und IIb. *H.* I. Versuch.

Verrückung	$y_2'z_3' - y_3'z_2'$	$y_3'z_1' - y_1'z_3'$	$y_1'z_2' - y_2'z_1'$	$z_2'x_3' - z_3'x_2'$	$z_3'x_1' - z_1'x_3'$	$z_1'x_2' - z_2'x_1'$	$x_2'y_3' - x_3'y_2'$	$x_3'y_1' - x_1'y_3'$	$x_1'y_2' - x_2'y_1'$
1, 5	− 5,50	+ 3,27	− 9,31	+ 3,37	− 3,70	+ 9,14	+ 0,25	+ 1,30	+ 0,52
2, 6	− 22,35	+ 14,22	− 42,46	+16,08	−10,49	+31,17	+ 0,31	+ 0,06	+ 0,57
3, 7	− 54,02	+ 47,04	−108,60	+28,96	−25,44	+58,72	− 3,23	+ 3,01	− 6,51
4, 8	− 87,03	+ 98,82	−190,58	+28,47	−21,93	+40,58	− 8,51	+ 1,01	−16,82
5, 9	−115,70	+158,98	−261,04	+12,46	−13,52	+21,14	−15,13	+17,84	−33,14
6,10	−121,55	+203,06	−290,29	−15,86	+23,84	−33,10	−14,56	+26,56	−35,84
7,11	−137,28	+234,47	−322,88	−25,81	+43,32	−59,29	−10,70	+19,06	−25,64
8,12	−166,26	+270,44	−372,00	−29,13	+48,64	−67,71	− 9,36	+13,60	−19,80
9,13	−215,31	+328,65	−463,26	−28,86	+43,96	−61,88	− 9,57	+14,77	−20,72
10,14	−225,55	+336,56	−486,45	−28,05	+39,32	−53,58	− 9,60	+20,16	−25,88
11,15	−217,83	+326,21	−481,26	−30,25	+41,90	−55,40	− 5,60	+19,10	−22,96
12,16	−184,81	+270,28	−399,04	−20,82	+29,70	−41,58	−11,52	+20,40	−28,56
13,17	−126,99	+180,09	−276,57	−10,53	+14,43	−19,11	− 9,63	+18,05	−25,97
14,18	− 97,90	+138,19	−207,59	− 5,70	+ 7,94	− 9,37	− 6,72	+13,06	−18,44
15,19	− 65,69	+ 95,18	−141,54	− 2,96	+ 4,29	− 6,22	− 6,96	+10,25	−15,09
16,20	− 57,76	+ 85,02	−128,06	− 2,64	+ 3,61	− 7,42	− 7,44	+ 8,21	−13,00
17,21	− 62,61	+ 94,95	−143,92	− 4,42	+ 6,60	−10,51	− 6,86	+ 9,71	−14,84
18,22	− 68,86	+101,08	−157,21	− 5,73	+ 8,29	−13,30	− 9,57	+13,53	−21,12
19,23	− 77,40	+114,90	−175,32	− 6,28	+ 8,42	−15,38	−11,41	+13,73	−21,27
20,24	− 72,12	+108,40	−168,48	− 5,95	+ 8,88	−13,96	− 8,53	+12,63	−19,64
21,25	− 57,62	+ 92,27	−137,06	− 5,90	+ 9,06	−14,21	− 6,45	+ 9,36	−13,89
22,26	− 42,21	+ 73,84	−105,21	− 5,77	+ 8,92	−14,63	− 4,16	+ 4,62	− 6,40
23,27	− 31,83	+ 58,37	− 82,53	− 5,78	+10,76	−14,98	− 0,81	+ 1,82	− 2,61
24,28	− 25,52	+ 49,50	− 67,75	− 5,16	+10,30	−13,73	+ 0,06	+ 0,44	− 0,68
25,29	− 21,19	+ 39,22	− 54,88	− 4,55	+ 7,65	−11,64	− 0,67	− 0,07	+ 0,32
26,30	− 16,36	+ 29,57	− 42,81	− 2,95	+ 4,45	− 7,75	+ 0,04	+ 0,12	− 0,21
27,31	− 11,70	+ 20,70	− 29,62	− 2,02	+ 3,09	− 4,97	− 0,60	+ 0,33	− 0,30
28,32	− 8,61	+ 14,73	− 21,31	− 1,40	+ 2,23	− 3,41	− 0,36	+ 0,38	− 0,49
29,33	− 5,24	+ 9,60	− 13,38	− 0,99	+ 1,28	− 2,33	− 0,48	+ 0,12	+ 0,04

Tabelle XIII^b.

Berechnung der Coefficienten. Tafel II^a und II^b. *H.* I. Versuch.

Verrückung	$A = (y_2' z_3' - y_3' z_2') + (y_3' z_1' - y_1' z_3') + (y_1' z_2' - y_2' z_1')$	$B = (z_2' x_3' - z_3' x_2') + (z_3' x_1' - z_1' x_3') + (z_1' x_2' - z_2' x_1')$	$C = (x_2' y_3' - x_3' y_2') + (x_3' y_1' - x_1' y_3') + (x_1' y_2' - x_2' y_1')$	$\frac{B}{A}$	$\frac{C}{A}$
1, 5	− 11,54	+ 8,81	+ 2,07	− 0,76	− 0,18
2, 6	− 50,59	+ 36,76	+ 0,94	− 0,73	− 0,02
3, 7	− 115,58	+ 62,24	− 6,73	− 0,54	+ 0,06
4, 8	− 178,79	+ 47,12	− 24,32	− 0,26	+ 0,14
5, 9	− 217,76	+ 20,08	− 30,43	− 0,09	+ 0,14
6,10	− 208,78	− 25,12	− 23,84	+ 0,12	+ 0,11
7,11	− 225,69	− 41,78	− 17,28	+ 0,18	+ 0,08
8,12	− 267,82	− 48,20	− 15,56	+ 0,18	+ 0,06
9,13	− 349,92	− 46,78	− 15,52	+ 0,13	+ 0,04
10,14	− 375,44	− 42,31	− 15,32	+ 0,11	+ 0,04
11,15	− 372,88	− 43,75	− 9,46	+ 0,12	+ 0,04
12,16	− 313,57	− 32,70	− 19,68	+ 0,10	+ 0,06
13,17	− 223,47	− 15,21	− 17,55	+ 0,07	+ 0,08
14,18	− 167,30	− 7,13	− 12,10	+ 0,04	+ 0,07
15,19	− 112,05	− 4,89	− 11,80	+ 0,04	+ 0,11
16,20	− 100,80	− 6,45	− 12,23	+ 0,06	+ 0,12
17,21	− 111,58	− 8,33	− 11,99	+ 0,07	+ 0,11
18,22	− 124,99	− 10,74	− 17,16	+ 0,09	+ 0,14
19,23	− 137,82	− 13,24	− 18,95	+ 0,10	+ 0,14
20,24	− 132,20	− 11,03	− 15,54	+ 0,08	+ 0,12
21,25	− 102,41	− 11,05	− 10,98	+ 0,11	+ 0,11
22,26	− 73,58	− 11,48	− 5,94	+ 0,16	+ 0,08
23,27	− 55,99	− 10,00	− 1,60	+ 0,18	+ 0,03
24,28	− 43,77	− 8,59	− 0,18	+ 0,20	0
25,29	− 36,85	− 8,54	− 0,42	+ 0,23	+ 0,01
26,30	− 29,60	− 6,25	− 0,05	+ 0,21	0
27,31	− 20,62	− 3,90	− 0,57	+ 0,19	+ 0,03
28,32	− 15,19	− 2,58	− 0,47	+ 0,17	+ 0,03
29,33	− 9,02	− 2,04	− 0,32	+ 0,22	+ 0,04

Tabelle XIV[a].

Berechnung der 9 Determinanten. Tafel III[a] und III[b]. *H.* II. Versuch.

Verrückung	$y_2'z_3' - y_3'z_2'$	$y_3'z_1' - y_1'z_3'$	$y_1'z_2' - y_2'z_1'$	$z_2'x_3' - z_3'x_2'$	$z_3'x_1' - z_1'x_3'$	$z_1'x_2' - z_2'x_1'$	$x_2'y_3' - x_3'y_2'$	$x_3'y_1' - x_1'y_3'$	$x_1'y_2' - x_2'y_1'$
1, 5	− 28,93	+ 27,23	− 56,11	+11,78	−13,17	+27,16	− 3,00	+ 4,60	− 5,92
2, 6	− 54,70	+ 68,47	−117,62	+13,67	−20,43	+35,60	− 9,60	+14,55	−21,15
3, 7	− 76,37	+111,18	−172,03	+ 5,87	− 8,67	+13,45	−16,75	+24,48	−37,76
4, 8	− 92,02	+163,60	−229,04	−11,60	+17,19	−22,92	−18,93	+36,37	−48,31
5, 9	−100,39	+194,28	−262,82	−22,50	+43,79	−59,33	−20,89	+40,22	−54,57
6,10	−117,58	+220,78	−292,46	−31,53	+55,79	−72,15	−18,60	+38,65	−48,70
7,11	−116,75	+211,14	−282,60	−30,31	+52,28	−68,32	−15,73	+31,84	−40,52
8,12	−122,39	+206,31	−278,30	−26,73	+43,60	−57,55	−16,62	+30,51	−39,75
9,13	−118,67	+191,44	−263,18	−24,04	+37,06	−48,93	−14,44	+27,08	−35,26
10,14	−107,88	+169,78	−239,18	−17,68	+26,80	−36,10	−15,65	+27,55	−37,40
11,15	−111,56	+168,65	−245,86	−13,80	+19,23	−24,14	−16,05	+30,75	−41,91
12,16	−103,71	+149,46	−222,26	− 8,10	+11,95	−18,86	−19,19	+26,02	−39,38
13,17	− 86,92	+125,32	−188,34	− 4,44	+ 6,18	− 8,01	−16,56	+25,78	−38,01
14,18	− 72,10	+102,50	−157,00	− 2,07	+ 3,00	− 5,40	−16,28	+22,00	−34,10
15,19	− 57,15	+ 80,55	−122,06	− 1,90	+ 2,68	− 2,77	−12,96	+20,10	−29,88
16,20	− 45,40	+ 63,65	− 97,15	− 2,11	+ 3,54	+ 1,33	− 6,60	+18,53	−25,72
17,21	− 42,87	+ 61,02	− 94,63	− 2,29	+ 4,19	+ 0,07	− 6,30	+17,97	−25,68
18,22	− 44,45	+ 59,53	− 92,53	− 2,40	+ 5,40	+ 1,40	− 3,81	+17,57	−24,77
19,23	− 40,91	+ 58,94	− 91,68	− 2,09	+ 5,59	+ 0,89	− 2,06	+15,28	−21,92
20,24	− 45,24	+ 59,99	− 97,23	− 2,79	+ 6,82	− 1,86	− 3,42	+15,42	−23,46
21,25	− 40,12	+ 56,61	− 87,67	− 2,52	+ 4,73	− 4,37	− 6,05	+12,14	−18,55
22,26	− 31,16	+ 49,14	− 77,68	− 2,05	+ 2,95	− 5,30	− 7,38	+10,83	−17,16
23,27	− 28,38	+ 41,65	− 64,01	− 2,65	+ 2,18	− 6,79	− 8,88	+ 8,83	−13,62
24,28	− 18,30	+ 32,05	− 45,97	− 1,79	+ 0,32	− 5,48	− 7,22	+ 5,62	− 7,74
25,29	− 15,40	+ 25,26	− 36,49	− 1,40	+ 1,20	− 3,50	− 4,40	+ 4,92	− 6,98
26,30	− 10,83	+ 18,62	− 24,75	− 1,31	+ 0,87	− 3,11	− 3,20	+ 2,72	− 3,36
27,31	− 7,04	+ 11,33	− 17,04	− 0,75	+ 1,20	− 1,89	− 1,45	+ 2,32	− 3,48

Tabelle XIV[b].

Berechnung der Coefficienten. Tafel III[a] und III[b]. *H.* II. Versuch.

Verrückung	$A = (y_2' z_3' - y_3' z_2') + (y_3' z_1' - y_1' z_3') + (y_1' z_2' - y_2' z_1')$	$B = (z_2' x_3' - z_3' x_2') + (z_3' x_1' - z_1' x_3') + (z_1' x_2' - z_2' x_1')$	$C = (x_2' y_3' - x_3' y_2') + (x_3' y_1' - x_1' y_3') + (x_1' y_2' - x_2' y_1')$	$\frac{B}{A}$	$\frac{C}{A}$
1, 5	− 57,81	+ 25,77	− 4,32	− 0,45	+ 0,07
2, 6	− 103,85	+ 28,84	− 16,20	− 0,28	+ 0,16
3, 7	− 137,22	+ 10,65	− 30,03	− 0,08	+ 0,22
4, 8	− 157,46	− 17,33	− 30,87	+ 0,11	+ 0,20
5, 9	− 168,93	− 38,04	− 35,24	+ 0,23	+ 0,21
6,10	− 189,26	− 47,89	− 28,65	+ 0,25	+ 0,15
7,11	− 188,21	− 46,35	− 24,41	+ 0,25	+ 0,13
8,12	− 194,38	− 40,68	− 25,86	+ 0,21	+ 0,13
9,13	− 190,41	− 35,91	− 22,62	+ 0,19	+ 0,12
10,14	− 177,28	− 26,98	− 25,50	+ 0,15	+ 0,14
11,15	− 188,77	− 18,71	− 27,21	+ 0,10	+ 0,14
12,16	− 176,51	− 15,01	− 32,55	+ 0,09	+ 0,18
13,17	− 149,94	− 6,27	− 28,79	+ 0,04	+ 0,19
14,18	− 126,60	− 4,47	− 28,38	+ 0,04	+ 0,22
15,19	− 98,66	− 1,99	− 22,74	+ 0,02	+ 0,23
16,20	− 78,90	+ 2,76	− 13,79	− 0,03	+ 0,17
17,21	− 76,48	+ 1,97	− 14,01	− 0,03	+ 0,18
18,22	− 77,45	+ 4,40	− 11,01	− 0,06	+ 0,14
19,23	− 73,65	+ 4,39	− 8,70	− 0,06	+ 0,12
20,24	− 82,48	+ 2,17	− 11,46	− 0,03	+ 0,14
21,25	− 71,18	− 2,16	− 12,46	+ 0,03	+ 0,18
22,26	− 59,70	− 4,40	− 13,71	+ 0,07	+ 0,23
23,27	− 50,74	− 7,26	− 13,67	+ 0,14	+ 0,27
24,28	− 32,22	− 6,95	− 9,34	+ 0,22	+ 0,29
25,29	− 26,63	− 3,70	− 6,46	+ 0,14	+ 0,24
26,30	− 16,96	− 3,55	− 3,84	+ 0,21	+ 0,23
27,31	− 12,75	− 1,44	− 2,61	+ 0,11	+ 0,20

Tabelle XV^a.

Berechnung der 9 Determinanten. Tafel V^a und V^b. *M.* I. Versuch.

Verrückung	$y'_2 z'_3 - y'_3 z'_2$	$y'_3 z'_1 - y'_1 z'_3$	$y'_1 z'_2 - y'_2 z'_1$	$z'_2 x'_3 - z'_3 x'_2$	$z'_3 x'_1 - z'_1 x'_3$	$z'_1 x'_2 - z'_2 x'_1$	$x'_2 y'_3 - x'_3 y'_2$	$x'_3 y'_1 - x'_1 y'_3$	$x'_1 y'_2 - x'_2 y'_1$
1, 5	− 22,07	+ 24,78	− 47,96	+ 9,59	−12,74	+24,35	− 4,18	+ 5,76	− 8,77
2, 6	− 40,42	+ 45,57	− 87,04	+16,77	−22,90	+43,30	− 7,33	+10,41	−15,06
3, 7	− 63,38	+ 78,67	−136,52	+20,74	−31,02	+53,97	−11,76	+17,80	−25,40
4, 8	− 87,20	+122,84	−189,06	+17,33	−16,11	+40,48	−15,70	+23,20	−34,22
5, 9	−112,68	+175,82	−245,04	+ 7,92	− 9,14	+11,86	−19,21	+27,68	−41,06
6,10	−130,16	+210,73	−277,65	− 6,98	+26,02	−22,79	−18,36	+25,86	−37,46
7,11	−118,54	+198,75	−253,20	−12,70	+27,75	−38,10	−14,23	+17,90	−27,20
8,12	− 97,09	+159,08	−207,92	−11,50	+21,32	−39,12	− 9,68	+13,12	−18,96
9,13	− 93,25	+147,25	−188,32	−12,50	+22,25	−30,10	− 8,20	+ 9,60	−14,25
10,14	− 96,44	+154,75	−194,82	−15,22	+25,28	−32,53	− 5,46	+ 7,37	− 9,97
11,15	−135,07	+209,91	−259,71	−21,35	+34,79	−44,76	− 3,03	+ 1,43	− 3,15
12,16	−167,02	+250,60	−301,77	−27,52	+43,01	−54,23	+ 1,50	− 6,65	+ 6,40
13,17	−180,96	+272,67	−326,41	−32,26	+48,33	−57,31	+10,80	−15,30	+18,60
14,18	−185,19	+273,54	−325,12	−28,72	+43,32	−54,17	+10,11	−19,60	+22,20
15,19	−153,13	+228,90	−272,23	−26,14	+38,80	−44,44	+11,65	−14,52	+17,78
16,20	−154,20	+232,02	−280,92	−25,08	+37,61	−41,47	+ 9,56	− 7,52	+10,04
17,21	−134,92	+225,52	−276,67	−18,98	+28,46	−28,93	+ 5,79	+ 1,22	− 0,58
18,22	−147,40	+204,45	−256,53	−13,95	+19,93	−22,72	+ 4,65	− 3,00	+ 3,93
19,23	−142,20	+186,12	−232,34	− 6,30	+ 8,70	− 9,60	+ 2,45	− 1,37	+ 1,72
20,24	−117,25	+151,71	−185,60	− 0,33	+ 1,04	+ 0,02	+ 4,57	− 4,03	+ 4,84
21,25	− 92,41	+118,83	−144,05	+ 1,36	− 3,18	+ 1,40	+ 3,33	− 7,77	+ 9,81
22,26	− 73,76	+ 98,56	−118,96	+ 0,36	− 0,97	+ 0,46	+ 2,32	− 4,13	+ 5,15
23,27	− 64,38	+ 92,69	−113,00	− 2,00	+ 0,70	− 3,60	+ 0,23	− 4,42	+ 6,20
24,28	− 62,85	+ 89,47	−111,79	− 4,89	+ 6,43	− 8,65	+ 1,66	− 3,17	+ 4,47
25,29	− 57,80	+ 84,44	−107,72	− 8,71	+ 9,64	−15,61	− 2,02	− 1,52	+ 3,14
26,30	− 52,50	+ 81,05	−106,92	− 9,42	+11,50	−18,22	− 4,09	+ 2,21	− 1,73
27,31	− 44,88	+ 64,94	− 89,25	− 9,66	+12,64	−18,69	− 4,80	+ 5,36	− 6,87

Tabelle XV[b].

Berechnung der Coefficienten. Tafel V[a] und V[b]. *M.* I. Versuch.

Verrückung	$A = (y_2'z_3' - y_3'z_2') + (y_3'z_1' - y_1'z_3') + (y_1'z_2' - y_2'z_1')$	$B = (z_2'x_3' - z_3'x_2') + (z_3'x_1' - z_1'x_3') + (z_1'x_2' - z_2'x_1')$	$C = (x_2'y_3' - x_3'y_2') + (x_3'y_1' - x_1'y_3') + (x_1'y_2' - x_2'y_1')$	$\frac{B}{A}$	$\frac{C}{A}$
1, 5	− 45,25	+ 21,20	− 7,19	− 0,47	+ 0,16
2, 6	− 81,89	+ 37,17	− 11,98	− 0,45	+ 0,15
3, 7	− 121,23	+ 43,69	− 19,36	− 0,36	+ 0,16
4, 8	− 153,42	+ 31,70	− 26,72	− 0,21	+ 0,17
5, 9	− 181,90	+ 10,64	− 32,59	− 0,06	+ 0,18
6,10	− 197,08	− 13,75	− 29,96	+ 0,07	+ 0,15
7,11	− 172,99	− 23,05	− 23,53	+ 0,13	+ 0,14
8,12	− 145,93	− 29,30	− 15,52	+ 0,20	+ 0,11
9,13	− 134,32	− 20,35	− 12,85	+ 0,15	+ 0,10
10,14	− 136,51	− 22,47	− 8,06	+ 0,16	+ 0,06
11,15	− 184,87	− 31,32	− 4,75	+ 0,17	+ 0,03
12,16	− 218,19	− 38,74	+ 1,25	+ 0,18	− 0,01
13,17	− 234,70	− 41,24	+ 14,10	+ 0,18	− 0,06
14,18	− 236,77	− 39,57	+ 12,71	+ 0,17	− 0,05
15,19	− 196,46	− 31,78	+ 14,91	+ 0,16	− 0,07
16,20	− 203,10	− 28,94	+ 12,08	+ 0,14	− 0,06
17,21	− 186,07	− 19,45	+ 6,43	+ 0,10	− 0,03
18,22	− 199,48	− 16,74	+ 5,58	+ 0,08	− 0,03
19,23	− 188,42	− 7,20	+ 2,80	+ 0,04	− 0,01
20,24	− 151,14	+ 0,73	+ 5,38	0	− 0,04
21,25	− 117,63	− 0,42	+ 5,37	0	− 0,05
22,26	− 94,16	− 0,15	+ 3,34	0	− 0,04
23,27	− 84,69	− 4,90	+ 2,01	+ 0,06	− 0,02
24,28	− 85,47	− 7,11	+ 2,66	+ 0,08	− 0,03
25,29	− 81,08	− 14,68	− 0,40	+ 0,18	0,
26,30	− 78,37	− 16,14	− 3,61	+ 0,21	+ 0,05
27,31	− 69,19	− 15,71	− 6,31	+ 0,23	+ 0,09

Tabelle XVI^a.

Berechnung der 9 Determinanten. Tafel VI^a und VII^b. *M.* II. Versuch.

Verrückung	$y'_2 z'_3 - y'_3 z'_2$	$y'_3 z'_1 - y'_1 z'_3$	$y'_1 z'_2 - y'_2 z'_1$	$z'_2 x'_3 - z'_3 x'_2$	$z'_3 x'_1 - z'_1 x'_3$	$z'_1 x'_2 - z'_2 x'_1$	$x'_2 y'_3 - x'_3 y'_2$	$x'_1 y'_3 - x'_3 y'_1$	$x'_1 y'_2 - x'_2 y'_1$
1, 4	− 11,33	+ 11,47	− 27,03	+ 7,75	− 9,26	+21,25	− 2,86	+ 3,77	− 6,63
2, 5	− 46,02	+ 58,37	−107,38	+22,82	−30,42	+55,87	−11,34	+15,21	− 26,39
3, 6	− 99,97	+143,78	−224,38	+24,73	−37,90	+59,49	−23,96	+35,98	− 54,10
4, 7	−265,73	+411,53	−572,03	+ 5,86	−15,52	+23,88	−51,27	+85,03	−113,14
5, 8	−276.68	+445,27	−580,07	−23,96	+36,04	−45,66	−40,32	+67,69	− 86,29
6, 9	−283,23	+438,15	−557,90	−30,58	+49,06	−63,74	−31,23	+45,75	− 59,68
7,10	−159,88	+246,00	−299,72	−26,33	+40,15	−48,47	+ 0,08	+ 0,72	− 0,56
8,11	−183,58	+277,60	−329,00	−30,42	+47,46	−59,26	+ 7,93	−17,29	+ 19,04
9,12	−231,35	+356,65	−421,26	−35,65	+54,77	−63,91	+17,27	−25,27	+ 30,10
10,13	−241,52	+365,14	−440,24	−26,71	+40,49	−53,18	+ 9,52	−21,64	+ 25,18
11,14	−327,10	+468,53	−582,71	−20,17	+31,04	−30,32	+ 9,16	− 0,31	+ 0,90
12,15	−238,22	+332,62	−411,95	−12,23	+16,21	−22,05	− 2,84	+ 0,98	− 1,10
13,16	−170,90	+242,37	−307,40	−10,87	+15,75	−19,41	− 4,56	+ 7,28	− 9,32
14,17	− 52,55	+ 79,08	−101,26	− 7,08	+ 8,17	−13,62	− 4,63	+ 2,44	− 2,27
15,18	− 41,07	+ 62,17	− 82,72	− 6,12	+ 9,45	−12,37	− 2,70	+ 4,35	− 5,85
16,19	− 33,45	+ 54,24	− 68,77	− 5,59	+ 9,12	−11,51	− 1,63	+ 2,72	− 3,47
17,20	− 32,51	+ 51,57	− 68,44	− 5,14	+10,24	−11,67	− 1,54	+ 5,07	− 7,50
18,21	− 25,81	+ 35,56	− 52,18	− 4,31	+ 7,61	− 9,53	− 3,31	+ 6,31	− 9,88

Tabelle XVI^b.

Berechnung der Coefficienten. Tafel VI^a und VI^b. *M.* II. Versuch.

Verrückung	$A = (y'_2 z'_3 - y'_3 z'_2) + (y'_3 z'_1 - y'_1 z'_3) + (y'_1 z'_2 - y'_2 z'_1)$	$B = (z'_2 x'_3 - z'_3 x'_2) + (z'_3 x'_1 - z'_1 x'_3) + (z'_1 x'_2 - z'_2 x'_1)$	$C = (x'_2 y'_3 - x'_3 y'_2) + (x'_3 y'_1 - x'_1 y'_3) + (x'_1 y'_2 - x'_2 y'_1)$	$\frac{B}{A}$	$\frac{C}{A}$
1, 4	− 26,89	+ 19,74	− 5,72	− 0,73	+ 0,21
2, 5	− 95,03	+ 48,27	− 22,49	− 0,51	+ 0,24
3, 6	− 180,57	+ 46,32	− 42,08	− 0,26	+ 0,23
4, 7	− 426,23	+ 14,22	− 79,38	− 0,03	+ 0,19
5, 8	− 411,48	− 33,58	− 58,92	+ 0,08	+ 0,14
6, 9	− 402,98	− 45,26	− 45,16	+ 0,11	+ 0,11
7,10	− 213,60	− 34,65	+ 0,24	+ 0,16	0
8,11	− 234,98	− 42,22	+ 9,68	+ 0,18	− 0,04
9,12	− 295,96	− 44,79	+ 22,10	+ 0,15	− 0,07
10,13	− 316,62	− 39,40	+ 13,06	+ 0,12	− 0,04
11,14	− 441,28	− 19,45	+ 9,75	+ 0,04	− 0,02
12,15	− 317,55	− 18,07	− 2,96	+ 0,06	+ 0,01
13,16	− 235,93	− 14,53	− 6,60	+ 0,06	+ 0,03
14,17	− 74,73	− 12,53	− 4,46	+ 0,17	+ 0,06
15,18	− 61,62	− 9,04	− 4,20	+ 0,15	+ 0,07
16,19	− 47,98	− 7,98	− 2,38	+ 0,17	+ 0,05
17,20	− 49,38	− 6,57	− 3,97	+ 0,13	+ 0,08
18,21	− 42,43	− 6,23	− 6,88	+ 0,15	+ 0,16

Damit hat man die Richtung der successiven Drehungsaxen, welche alle nach dem Coordinatenanfangspunkt verlegt sind, gewonnen. Da der Anfangspunkt unseres zunächst willkürlich gewählten Coordinatensystems nicht mit dem Gelenkmittelpunkt zusammenfällt, durch letzteren aber alle Axen mit grosser Annäherung hindurchgehen, so soll ein neues Coordinatensystem ξ, η, ζ eingeführt werden, dessen Axen mit den Axen des früheren parallel laufen und dessen Anfangspunkt gerade in den Gelenkmittelpunkt hineinfällt.

Dieses neue Coordinatensystem stellt sich als besonders zweckmässig für die weitere Untersuchung heraus. Um alle Punkte und Linien auf dasselbe beziehen zu können, war es zunächst nöthig, die Coordinaten des Gelenkmittelpunktes im alten Coordinatensystem bei allen vier Versuchen festzustellen.

Bei *H.* I. Versuch waren die Coordinaten des Gelenkmittelpunktes

$$x = 0\,, \quad y = +15\,, \quad z = -4\,.$$

Daraus erhält man die Coordinaten des Punktes II, indem man von ihnen die obigen Coordinaten des Gelenkmittelpunktes abzieht. Da Punkt II aber ein Punkt der Tibialängsaxe ist, so ist durch diese Coordinatentransformation gleichzeitig die Tibialängsaxe durch den Coordinatenanfangspunkt gelegt worden. Die neuen Coordinaten des Punktes II sind mit ξ_2, η_2, ζ_2 bezeichnet und in folgender Tabelle XVII niedergelegt worden.

Tabelle XVII.

Coordinaten ξ_2, η_2, ζ_2 eines Punktes der Tibialängsaxe (Punkt II). *H.* I. Versuch. Tafel II[a] und II[b].

Nr.	ξ_2	η_2	ζ_2	Nr.	ξ_2	η_2	ζ_2
1	-0,1	-56,2	- 4,7	18	- 6,9	-23,5	+50,6
2	-0,1	-56,2	- 4,4	19	- 7,2	-20,9	+51,65
3	0	-56,2	- 4,0	20	- 7,8	-17,8	+52,8
4	0	-56,2	- 3,05	21	- 8,2	-13,7	+53,9
5	0	-56,3	- 1,15	22	- 8,6	-10,0	+54,75
6	0	-56,2	+ 3,05	23	- 8,9	- 6,5	+55,25
7	-0,5	-55,8	+ 7,95	24	- 9,3	- 3,5	+55,5
8	-1,1	-54,9	+12,55	25	- 9,7	- 0,8	+55,5
9	-2,1	-53,7	+17,05	26	-10,2	+ 1,2	+55,45
10	-2,8	-52,0	+21,85	27	-10,7	+ 3,4	+55,35
11	-3,2	-49,4	+27,15	28	-11,1	+ 5,4	+55,15
12	-3,8	-45,9	+32,5	29	-11,4	+ 7,2	+54,95
13	-4,7	-41,2	+37,85	30	-11,5	+ 8,4	+54,75
14	-5,5	-37,1	+41,75	31	-11,7	+ 9,4	+54,6
15	-6,0	-32,6	+45,3	32	-11,9	+10,5	+54,45
16	-6,6	-29,4	+47,6	33	-12,1	+11,2	+54,3
17	-6,8	-26,3	+49,25				

Als Coordinaten des Gelenkmittelpunktes hatten sich bei *H.* Versuch II ergeben:

$$x = 0\,, \quad y = +14{,}5\,, \quad z = -4\,.$$

Bei *M.* Versuch I:

$$x = 0\,, \quad y = +17{,}5\,, \quad z = -3{,}5\,.$$

Bei *M.* Versuch II:

$$x = 0\,, \quad y = +16{,}5\,, \quad z = -4\,.$$

Dem entsprechend ergeben sich für die Coordinaten ξ_2, η_2, ζ_2 in dem neuen Coordinatensystem folgende in den Tabellen XVIII, XIX, XX niedergelegte Werthe.

Tabelle XVIII.

Coordinaten ξ_2, η_2, ζ_2 eines Punktes der Tibialängsaxe (Punkt II).
Tafel III[a] und III[b]. *H.* II. Versuch.

Nr.	ξ_2	η_2	ζ_2	Nr.	ξ_2	η_2	ζ_2
1	− 3,0	−57,1	− 2,1	17	−14,8	−29,0	+47,3
2	− 3,0	−57,1	− 1,75	18	−15,3	−26,3	+48,7
3	− 3,1	−57,1	+ 0,1	19	−15,6	−23,8	+49,85
4	− 3,5	−57,0	+ 2,8	20	−15,7	−21,5	+50,8
5	− 3,8	−56,9	+ 6,4	21	−16,0	−18,8	+51,75
6	− 4,9	−56,1	+10,5	22	−16,2	−15,9	+52,65
7	− 6,2	−55,2	+14,9	23	−16,3	−13,4	+53,2
8	− 7,3	−53,7	+19,25	24	−16,6	−10,4	+53,65
9	− 8,5	−51,9	+23,6	25	−17,0	− 8,3	+54,0
10	− 9,5	−49,3	+28,05	26	−17,2	− 6,1	+54,15
11	−10,5	−47,2	+31,4	27	−17,5	− 4,4	+54,35
12	−11,5	−44,2	+34,9	28	−17,6	− 3,0	+54,35
13	−12,4	−41,3	+38,0	29	−17,7	− 1,7	+54,35
14	−13,2	−38,1	+40,9	30	−17,9	− 0,7	+54,3
15	−13,8	−34,6	+43,5	31	−18,0	+ 0,2	+54,3
16	−14,5	−31,5	+45,75				

Tabelle XIX.

Coordinaten ξ_2, η_2, ζ_2 eines Punktes der Tibialängsaxe (Punkt II).
Tafel V[a] und V[b]. *M.* I. Versuch.

Nr.	ξ_2	η_2	ζ_2	Nr.	ξ_2	η_2	ζ_2
1	+4,9	−57,4	− 8,5	17	−3,8	−33,6	+47,15
2	+4,6	−57,6	− 7,65	18	−4,3	−29,2	+49,9
3	+4,3	−57,8	− 6,15	19	−4,9	−25,3	+51,9
4	+3,7	−58,0	− 3,65	20	−5,5	−20,5	+53,9
5	+3,1	−58,1	− 0,6	21	−5,7	−15,6	+55,5
6	+2,5	−58,1	+ 3,05	22	−5,8	−11,1	+56,65
7	+1,8	−57,1	+ 7,5	23	−5,6	− 7,4	+57,3
8	+1,0	−57,0	+12,45	24	−5,4	− 4,1	+57,65
9	+0,2	−55,7	+17,4	25	−5,4	− 0,9	+57,8
10	−0,4	−54,0	+22,05	26	−5,7	+ 2,3	+57,75
11	−0,9	−52,5	+25,35	27	−6,0	+ 5,5	+57,5
12	−1,3	−50,8	+28,15	28	−6,4	+ 8,6	+57,2
13	−2,0	−48,8	+31,9	29	−7,2	+11,3	+56,7
14	−2,5	−45,7	+36,0	30	−7,7	+14,2	+56,0
15	−3,0	−41,4	+40,75	31	−8,1	+16,3	+55,4
16	−3,3	−37,8	+44,0				

Tabelle XX.

Coordinaten ξ_2, η_2, ζ_2 eines Punktes der Tibialängsaxe (Punkt II).
Tafel VI[a] und VI[b]. *M.* II. Versuch.

Nr.	ξ_2	η_2	ζ_2	Nr.	ξ_2	η_2	ζ_2
1	+4,0	−58,8	− 5,4	12	− 6,4	−25,4	+52,95
2	+3,8	−58,9	− 4,8	13	− 6,8	−18,1	+55,8
3	+3,4	−59,1	− 3,5	14	− 7,1	− 6,2	+58,25
4	+2,3	−59,2	+ 0,25	15	− 7,7	− 1,4	+58,6
5	+0,9	−58,9	+ 7,0	16	− 8,2	+ 2,8	+58,45
6	−0,4	−57,7	+13,8	17	− 8,7	+ 5,7	+58,2
7	−2,8	−52,5	+27,45	18	− 9,2	+ 9,1	+57,6
8	−3,8	−48,8	+33,25	19	− 9,7	+12,2	+57,0
9	−4,5	−44,8	+38,35	20	−10,1	+15,1	+56,35
10	−4,9	−39,7	+43,4	21	−10,3	+17,3	+55,5
11	−5,7	−33,4	+48,35				

Durch diese Coordinatentransformation wird man in die Lage versetzt, auf möglichst kurzem Wege die Entfernung des Punktes II von dem Gelenkmittelpunkt und die Winkel zu berechnen, welche die einzelnen photographisch fixirten Lagen der Tibialängsaxe mit der Strecklage derselben bilden. Jeder dieser Winkel ist der Beugungswinkel, welcher jeder der fixirten Lagen entspricht.

Die Entfernung des Punktes II vom Gelenkmittelpunkt, d. h. vom Coordinatenanfangspunkt, berechnet sich nach der Formel:

$$\sqrt{\xi_2^2 + \eta_2^2 + \zeta_2^2}\,.$$

Als Entfernung des Punktes II vom Gelenkmittelpunkt ergab sich auf diese Weise

für *H.* I. Versuch: 56,4 cm,
für *H.* II. Versuch: 57,3 cm,
für *M.* III. Versuch: 58,2 cm,
für *M.* IV. Versuch: 59,1 cm.

Diese vier Werthe können natürlich gar nicht untereinander übereinstimmen, da sie von der Lage des Stäbchens II im Gypsverband bei jedem einzelnen Versuch abhängig sind.

Wir haben für alle Stellungen der Tibialängsaxe die Entfernung des Punktes II vom Gelenkmittelpunkte berechnet und gefunden, dass innerhalb der Grenzen der erreichbaren Genauigkeit die Werthe bei jedem einzelnen Versuche unter sich vollständig übereinstimmen, da sie nur in einigen Ausnahmefällen um 0,3 cm von den oben angegebenen Werthen abweichen.

Zur Berechnung des Beugungswinkels ω hat man die Formel

$$\cos\omega = \frac{\xi_{2(1)}\cdot\xi_{2(k)} + \eta_{2(1)}\cdot\eta_{2(k)} + \zeta_{2(1)}\cdot\zeta_{2(k)}}{\sqrt{(\xi^2_{2(1)} + \eta^2_{2(1)} + \zeta^2_{2(1)})(\xi^2_{2(k)} + \eta^2_{2(k)} + \zeta^2_{2(k)})}},$$

wo

$$\xi_{2(1)},\quad \eta_{2(1)},\quad \zeta_{2(1)}$$

die Coordinaten des Punktes II für die Streckstellung, und

$$\xi_{2(k)},\quad \eta_{2(k)},\quad \zeta_{2(k)}$$

die Coordinaten des Punktes II für die Stellung k bedeuten.

Mit Hilfe dieser Formel haben sich die folgenden Werthe des Beugungswinkels ω ergeben, wie sie in Tabelle XXI niedergelegt sind. Dabei sind nur die Winkel, welche zu den Stellungen 2 und 3 bei allen vier Versuchen gehören, nicht auf diesem Wege berechnet worden. Es wurde hier von einer späteren Stellung der Tibialängsaxe ausgegangen und rückwärts der Winkel, den die Stellungen 2 und 3 mit dieser späteren Stellung bilden, berechnet. Dieses Verfahren empfiehlt sich aus dem Grunde, weil wegen der grossen Nähe der Stellungen 2 und 3 an der Streckstellung die Beugungswinkel zu klein ausfallen, und deshalb die Rechnung zu ungenaue Resultate liefert.

Tabelle XXI.

Beugungswinkel ω bei den vier Versuchen:
H. I. Versuch. *H.* II. Versuch. *M.* I. Versuch. *M.* II. Versuch.

Nr.	Tafel IIa, IIb	Tafel IIIa, IIIb	Tafel Va, Vb	Tafel VIa, VIb
1	0°	0°	0°	0°
2	0°	0° 20′	0° 10′	0° 10′
3	0° 50′	2° 0′	2° 0′	2° 0′
4	2° 20′	5° 0′	4° 10′	5° 30′
5	3° 30′	8° 30′	7° 50′	12° 20′
6	8° 0′	12° 50′	11° 20′	19° 10′
7	13° 0′	17° 20′	18° 0′	33° 30′
8	17° 40′	22° 10′	21° 10′	40° 20′
9	22° 30′	26° 50′	26° 10′	46° 30′
10	27° 50′	32° 10′	31° 0′	53° 30′
11	33° 50′	36° 10′	34° 40′	61° 20′
12	40° 20′	41° 0′	37° 50′	70° 20′
13	47° 30′	45° 10′	42° 0′	77° 50′
14	53° 20′	49° 40′	47° 10′	89° 40′
15	59° 10′	54° 0′	53° 30′	94° 20′
16	63° 20′	57° 50′	58° 10′	98° 30′
17	66° 50′	60° 50′	63° 30′	101° 20′
18	70° 0′	63° 50′	68° 40′	104° 40′
19	72° 50′	66° 40′	73° 0′	107° 40′
20	76° 20′	69° 10′	78° 10′	110° 40′
21	80° 40′	72° 0′	83° 20′	112° 50′
22	84° 30′	75° 0′	87° 50′	
23	88° 0′	77° 40′	91° 30′	
24	91° 10′	80° 40′	94° 50′	
25	93° 50′	82° 50′	98° 0′	
26	95° 50′	85° 0′	101° 10′	
27	98° 10′	86° 40′	104° 20′	
28	100° 10′	88° 0′	107° 20′	
29	102° 0′	89° 20′	110° 10′	
30	103° 10′	90° 20′	113° 0′	
31	104° 10′	91° 20′	115° 10′	
32	105° 20′			
33	106° 0′			

Im Vorausgehenden wurden die Axen berechnet, um welche der Unterschenkel gedreht werden muss, um aus der Stellung 1 in die Stellung 5, aus der Stellung 2 in die Stellung 6 u. s. w. zu gelangen. Da die Verrückungen von 1 bis 5, von 2 bis 6, u. s. w. sehr klein sind und nur wenige Grade betragen, wie aus den vorigen Tabellen ersichtlich ist, so kann man diese Axen mit genü-

gender Annäherung als die auf einander folgenden momentanen Drehungsaxen für die Bewegung des Unterschenkels auffassen, und zwar in Bezug auf eine Stellung des Unterschenkels, welche in der Mitte zwischen Anfangs- und Endstellung bei jeder Verrückung liegt. Jede dieser Axen wird nur dann mit der Normalen auf die Ebene zusammenfallen, in welcher sich die Tibialängsaxe beim Übergang von der Stellung 1 in die Stellung 5 u. s. w. mit genügender Annäherung bewegt, wenn diese Bewegung ohne eine gleichzeitige Rollung des ganzen Unterschenkels um die Tibialängsaxe vor sich geht. Findet eine gleichzeitige Rollung statt, so wird die momentane Drehungsaxe von der Normalen auf die Bewegungsebene abweichen, und zwar um so mehr, je grösser die gleichzeitige Rollung ist. Es ist daher in der gegenseitigen Lage der momentanen Drehungsaxe und der Normalen auf die Bewegungsebene, die wir momentane Beugungsaxe nennen wollen, ein Mittel gegeben, die Grösse der gleichzeitigen Rollung zu berechnen.

Bekanntlich kann der Effect zweier auf einander folgender Drehungen eines Körpers um zwei durch denselben Punkt im Raume gehende Axen durch eine einzige Drehung ersetzt werden, selbstverständlich um eine von den beiden Drehungsaxen verschiedene Axe. So stellt die von uns berechnete momentane Drehungsaxe die Axe dar, um welche der Unterschenkel gedreht werden muss, um in dieselbe Endstellung zu gelangen, die er einnehmen würde, wenn er erst um die oben näher bezeichnete momentane Beugungsaxe gebeugt, und dann hinterher um die Tibialängsaxe gerollt wird. Aus diesem Grunde kann man rückwärts die Drehung um die momentane Drehungsaxe zerlegen in eine reine Beugung und eine darauf folgende Rollung um die Tibialängsaxe. Stellt man sich vor, dass die Beugungsaxe nicht mit dem Unterschenkel, sondern mit dem fixirten Oberschenkel während der Verrückung fest verbunden bleibt, so ist nicht nöthig anzunehmen, dass der Unterschenkel erst gebeugt und darauf gerollt wird, sondern Beugung und Rollung können während der ganzen Verrückung gleichzeitig vor sich gehen. In dieser Weise findet natürlich auch die wirkliche Bewegung statt.

Die vorausgehenden Betrachtungen haben nur Gültigkeit für den Fall, dass die Beugungsaxe und die Tibialängsaxe sich immer schneiden, eine Annahme, die bei dem Kniegelenk vollständig zulässig ist.



In untenstehender Figur 4 soll der Punkt O den Gelenkmittelpunkt (Coordinatenanfangspunkt), die Gerade OB oder b die momentane Beugungsaxe, die Gerade OL oder l die Lage der Tibialängsaxe vor der Verrückung, und die Gerade OL' oder l' die Lage der Tibialängsaxe nach der Verrückung darstellen.

Dann ist der Winkel LOB sowohl als der Winkel $L'OB = 90°$, weil ja die Beugungsaxe senkrecht auf der Bewegungsebene LOL' steht.

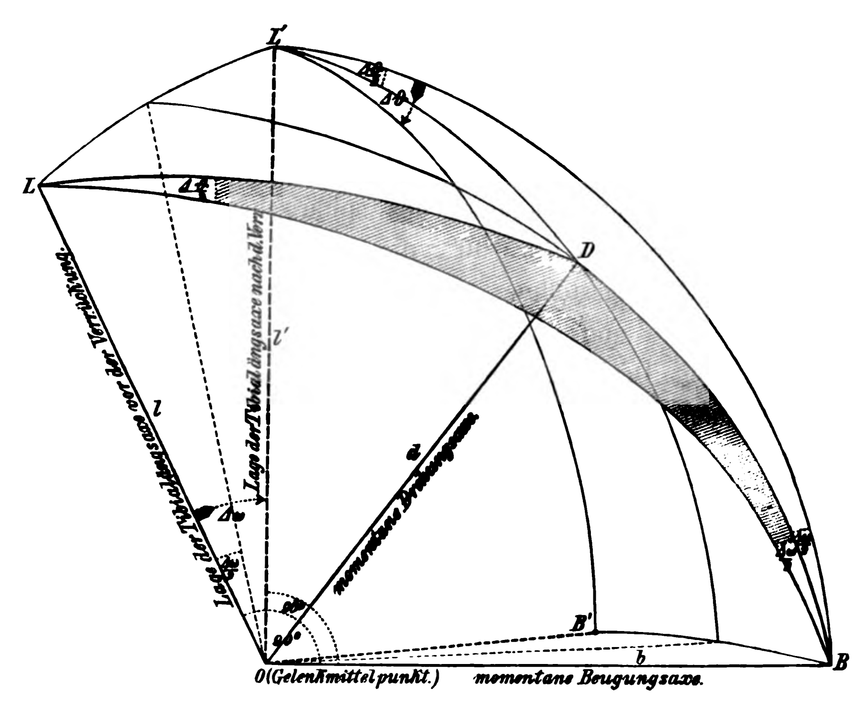


Fig. 4.

Der Winkel LOL' ist der Winkel, um welchen bei dieser Verrückung die Tibialängsaxe gebeugt worden ist. Da wir in der Tabelle auf pag. 53 den Winkel, den irgend eine Stellung der Tibialängsaxe mit der Streckstellung derselben bildet, mit ω bezeichnet haben, so ist der Winkel LOL' als die Zunahme dieses Winkels ω durch $\Delta\omega$ bezeichnet worden.

Die gleichzeitige Rollung um die Tibialängsaxe soll die Grösse $\Delta\vartheta$ besitzen; dann kann man sich nach dem oben Gesagten den Beugungsvorgang während der Verrückung der Einfachheit halber so vorstellen, dass der Unterschenkel zuerst ohne Rollung um die Axe OB durch den Winkel $\Delta\omega$ gedreht wird, und dann hinterher der ganze

Unterschenkel um die Axe OL' d. h. die Endstellung der Tibialängsaxe durch den Winkel $\Delta\vartheta$ in der Richtung, welche der Pfeil in Figur 4 angibt, gerollt wird. Die Axe OB wird während der reinen Beugung mit einer zum Unterschenkel festen geraden Linie zusammenfallen; während der Rollung wird diese gerade Linie des Unterschenkels aus der Lage OB heraustreten und in eine Lage OB' übergehen. Dieselbe Endstellung des Unterschenkels kann nun auch dadurch erreicht werden, dass derselbe um eine Axe OD oder d gedreht wird, welche die Durchschnittslinie der beiden Ebenen darstellt, die durch die Gerade OB bezüglich OL' gehend die Winkel LBL' und $BL'B'$ halbiren. Die Punkte L, L', B, B' und D sind auf einer Kugel mit dem Radius 1 um den Mittelpunkt O liegend angenommen. Man hat so ein sphärisches Dreieck $L'DB$ und ein ihm symmetrisches sphärisches Dreieck LDB; in letzterem ist die Seite $LB = 90°$, die Seite LD gleich dem Winkel zwischen der Anfangsstellung der Tibialängsaxe und der momentanen Drehungsaxe und die Seite DB gleich dem Winkel zwischen der momentanen Drehungsaxe und der Beugungsaxe. Die beiden letzteren Winkel sollen kurz mit (ld) und (db) bezeichnet werden. Der Winkel LBD des sphärischen Dreiecks hat den Werth $\frac{\Delta\omega}{2}$, da OB senkrecht auf der Ebene LOL' steht und infolge dessen die Tangentialebene in B an die Kugel parallel der Ebene LOL' läuft. Der Winkel BLD ist gleich $\frac{\Delta\vartheta}{2}$ und der Winkel LDB ist gleich dem Supplementwinkel zu der Hälfte des Winkels, um welchen die Drehung um die momentane Drehungsaxe OD stattfinden müsste. Aus der Figur geht hervor, dass bei dieser Lage des Punktes D gegen B, sobald es sich um die rechte untere Extremität handelt, die Rollung nach einwärts stattfinden würde. Bei Auswärtsrollung würde der Punkt D auf demselben Kreise unterhalb B zu liegen kommen. Daraus folgt aber, dass bei Einwärtsrollung $\sphericalangle\,(ld) < 90°$ und bei Auswärtsrollung $\sphericalangle\,(ld) > 90°$ sein muss.

Nach dem Sinussatze für sphärische Dreiecke besteht zwischen den vier Winkeln $\frac{\Delta\vartheta}{2}$, $\frac{\Delta\omega}{2}$, (db) und (ld) die Relation:

$$\sin\frac{\Delta\vartheta}{2} : \sin\frac{\Delta\omega}{2} = \sin(db) : \sin(ld)\,.$$



Daraus folgt zur Berechnung des Rollungswinkels $\Delta\vartheta$ die Formel:

$$\sin\frac{\Delta\vartheta}{2} = \frac{\sin\frac{\Delta\omega}{2}\cdot\sin(db)}{\sin(ld)} .$$

Zur Berechnung des Winkels (db) ist es zunächst nöthig, die successiven Lagen der Beugungsaxe OB zu berechnen. Dieselbe ist, wie schon erwähnt, die Senkrechte auf die Ebene, welche durch die Anfangs- und Endstellung der Tibialängsaxe bei jeder einzelnen Verrückung gebildet wird. Da wir in den Tabellen XVII—XX die Coordinaten ξ_2, η_2, ζ_2 eines Punktes der Tibialängsaxe für alle fixirten Stellungen berechnet haben für den Fall, dass die Tibialängsaxe von dem Anfangspunkte des Coordinatensystems ausgeht, so wird die Ebene durch zwei successive Stellungen der Tibialängsaxe, auf das Coordinatensystem ξ, η, ζ bezogen, durch den Mittelpunkt gehen. Aus diesem Grunde stellt sich die Gleichung derselben in besonders einfacher Form dar, nämlich in der Form:

$$(\eta_{2(i)}\zeta_{2(k)} - \eta_{2(k)}\zeta_{2(i)})\,\xi + (\zeta_{2(i)}\xi_{2(k)} - \zeta_{2(k)}\xi_{2(i)})\,\eta + (\xi_{2(i)}\eta_{2(k)} - \xi_{2(k)}\eta_{2(i)})\,\zeta = 0,$$

wobei ξ, η, ζ die laufenden Coordinaten, $\xi_{2(i)}$, $\eta_{2(i)}$, $\zeta_{2(i)}$ die Coordinaten des Punktes II für die Anfangsstellung und $\xi_{2(k)}$, $\eta_{2(k)}$, $\zeta_{2(k)}$ die Coordinaten des Punktes II für die Endstellung der Tibialängsaxe bei jeder Verrückung bedeuten. Bezeichnet man der Einfachheit wegen die drei Coefficienten der Gleichung der Beugungsebene mit A', B' und C', so dass also die Gleichung lautet:

$$A'\xi + B'\eta + C'\zeta = 0 ,$$

so ergeben sich als Gleichungen der Normalen zu dieser Ebene im Coordinatenanfangspunkte, d. h. aber nach unserer Bezeichnung als Gleichungen der Beugungsaxe:

$$\eta = \frac{B'}{A'}\xi$$

$$\zeta = \frac{C'}{A'}\xi .$$

Es ist also nöthig, die Grössen A', B', C', $\frac{B'}{A'}$, $\frac{C'}{A'}$ für jeden der vier Versuche und für jede von uns in Betracht gezogene Verrückung zu berechnen. Die Resultate dieser Rechnung sind in den folgenden vier Tabellen niedergelegt worden.

Tabelle XXII.

Berechnung der Coefficienten der Beugungsebene und der Normalen auf dieselbe für die Tibialängsaxe. Tafel II[a] und II[b]. *H.* I. Versuch.

Verrückung (i, k)	$A' = \eta_{2(i)}\zeta_{2(k)} - \eta_{2(k)}\zeta_{2(i)}$	$B' = \zeta_{2(i)}\xi_{2(k)} - \zeta_{2(k)}\xi_{2(i)}$	$C' = \xi_{2(i)}\eta_{2(k)} - \xi_{2(k)}\eta_{2(i)}$	$\frac{B'}{A'}$	$\frac{C'}{A'}$
1, 5	− 199,98	− 0,11	+ 5,63	0	−0,03
2, 6	− 418,69	+ 0,30	+ 5,62	0	−0,01
3, 7	− 669,99	+ 2,00	− 28,10	0	+0,04
4, 8	− 872,75	+ 3,35	− 61,82	0	+0,07
5, 9	−1021,54	+ 2,41	−118,23	0	+0,12
6,10	−1069,37	− 8,54	−157,36	+0,01	+0,15
7,11	−1122,24	− 11,87	−153,86	+0,01	+0,14
8,12	−1208,21	− 9,94	−158,13	+0,01	+0,13
9,13	−1330,08	− 0,65	−165,87	0	+0,12
10,14	−1360,37	− 3,27	−182,12	0	+0,13
11,15	−1352,73	− 17,94	−192,08	+0,01	+0,14
12,16	−1229,34	− 33,62	−191,22	+0,03	+0,15
13,17	−1033,65	− 24,91	−162,55	+0,02	+0,16
14,18	− 896,14	− 9,77	−126,74	+0,01	+0,14
15,19	− 737,02	− 16,26	−109,32	+0,02	+0,15
16,20	− 705,04	− 22,80	−111,84	+0,03	+0,16
17,21	− 742,85	− 37,33	−122,50	+0,05	+0,16
18,22	− 780,62	− 57,39	−133,10	+0,07	+0,17
19,23	− 819,00	− 61,88	−139,21	+0,08	+0,17
20,24	− 803,10	− 58,14	−138,24	+0,07	+0,17
21,25	− 717,23	− 67,73	−126,33	+0,09	+0,18
22,26	− 620,20	− 81,58	−112,32	+0,13	+0,18
23,27	− 547,62	− 98,56	− 99,81	+0,18	+0,18
24,28	− 492,72	−103,16	− 89,07	+0,21	+0,18
25,29	− 443,56	− 99,69	− 78,96	+0,22	+0,18
26,30	− 400,08	− 79,22	− 71,88	+0,20	+0,18
27,31	− 334,65	− 63,37	− 60,80	+0,19	+0,18
28,32	− 285,04	− 51,89	− 52,29	+0,18	+0,18
29,33	− 224,48	− 45,87	− 40,56	+0,20	+0,18

Tabelle XXIII.

Berechnung der Coefficienten der Beugungsebene und der Normalen auf dieselbe für die Tibialängsaxe. Tafel III[a] und III[b]. *H.* II. Versuch.

Verrückung (i, k)	$A' = \eta_{2(i)}\zeta_{2(k)} - \eta_{2(k)}\zeta_{2(i)}$	$B' = \zeta_{2(i)}\xi_{2(k)} - \zeta_{2(k)}\xi_{2(i)}$	$C' = \xi_{2(i)}\eta_{2(k)} - \xi_{2(k)}\eta_{2(i)}$	$\frac{B'}{A'}$	$\frac{C'}{A'}$
1, 5	− 484,93	+27,18	− 46,28	−0,06	+0,10
2, 6	− 697,72	+40,07	−111,49	−0,06	+0,16
3, 7	− 845,27	+45,57	−182,90	−0,05	+0,22
4, 8	− 946,89	+46,93	−228,15	−0,05	+0,24
5, 9	−1010,68	+35,28	−286,43	−0,03	+0,28
6,10	−1055,95	+37,69	−300,38	−0,04	+0,28
7,11	−1030,00	+38,23	−286,96	−0,04	+0,28
8,12	−1023,28	+33,40	−294,86	−0,03	+0,29
9,13	− 997,52	+30,36	−292,51	−0,03	+0,29
10,14	− 947,67	+18,29	−288,81	−0,02	+0,30
11,15	− 966,76	+23,43	−288,06	−0,02	+0,30
12,16	− 922,80	+20,07	−278,65	−0,02	+0,30
13,17	− 851,49	+24,12	−251,64	−0,03	+0,30
14,18	− 779,80	+17,07	−235,77	−0,02	+0,30
15,19	− 689,51	+ 9,33	−211,32	−0,01	+0,31
16,20	− 616,58	+18,33	−182,80	−0,03	+0,30
17,21	− 611,51	+ 9,10	−185,76	−0,01	+0,30
18,22	− 610,36	+16,60	−182,79	−0,03	+0,30
19,23	− 598,17	+17,37	−178,90	−0,03	+0,30
20,24	− 625,15	− 0,98	−193,62	0	+0,31
21,25	− 585,68	−15,75	−186,80	+0,03	+0,32
22,26	− 539,82	−28,35	−174,66	+0,05	+0,32
23,27	− 494,21	−45,10	−162,78	+0,09	+0,33
24,28	− 404,29	−42,03	−133,24	+0,10	+0,33
25,29	− 359,30	−31,85	−118,01	+0,09	+0,33
26,30	− 293,33	−35,32	− 97,15	+0,12	+0,33
27,31	− 249,79	−28,05	− 82,70	+0,11	+0,33

Tabelle XXIV.

Berechnung der Coefficienten der Beugungsebene und der Normalen auf dieselbe für die Tibialängsaxe. Tafel V[a] und V[b]. *M.* I. Versuch.

Verrückung (i, k)	$A' = \eta_{2(i)}\zeta_{2(k)} - \eta_{2(k)}\zeta_{2(i)}$	$B' = \zeta_{2(i)}\xi_{2(k)} - \zeta_{2(k)}\xi_{2(i)}$	$C' = \xi_{2(i)}\eta_{2(k)} - \xi_{2(k)}\eta_{2(i)}$	$\frac{B'}{A'}$	$\frac{C'}{A'}$
1, 5	− 459,41	− 23,41	−106,75	+0,05	+0,23
2, 6	− 620,14	− 33,15	−123,26	+0,05	+0,20
3, 7	− 784,66	− 43,32	−141,49	+0,06	+0,18
4, 8	− 930,15	− 49,71	−152,90	+0,05	+0,16
5, 9	−1044,36	− 54,06	−161,05	+0,05	+0,15
6,10	−1116,40	− 56,34	−158,24	+0,05	+0,14
7,11	−1053,73	− 52,38	−145,89	+0,05	+0,14
8,12	− 972,09	− 44,33	−124,90	+0,05	+0,13
9,13	− 927,71	− 41,18	−121,16	+0,04	+0,13
10,14	− 936,32	− 40,72	−116,72	+0,04	+0,12
11,15	−1089,88	− 39,38	−120,24	+0,04	+0,11
12,16	−1171,13	− 35,69	−118,50	+0,03	+0,10
13,17	−1229,08	− 26,92	−118,24	+0,02	+0,10
14,18	−1229,23	− 30,05	−123,51	+0,02	+0,10
15,19	−1117,69	− 43,97	−126,96	+0,04	+0,11
16,20	−1135,42	− 64,13	−140,25	+0,06	+0,12
17,21	−1129,26	− 57,85	−132,24	+0,05	+0,12
18,22	−1100,29	− 45,83	−121,63	+0,04	+0,11
19,23	−1065,63	− 9,87	−105,42	+0,01	+0,10
20,24	− 960,83	+ 26,01	− 88,15	−0,03	+0,09
21,25	− 851,73	+ 29,76	− 79,11	−0,03	+0,09
22,26	− 771,31	+ 12,05	− 76,61	−0,02	+0,10
23,27	− 740,65	− 21,80	− 75,20	+0,03	+0,10
24,28	− 730,31	− 60,08	− 72,68	+0,08	+0,10
25,29	− 704,17	−109,98	− 67,50	+0,16	+0,10
26,30	− 691,25	−125,47	− 63,23	+0,18	+0,09
27,31	− 632,55	−133,35	− 53,25	+0,21	+0,08

Tabelle XXV.

Berechnung der Coefficienten der Beugungsebene und der Normalen auf dieselbe für die Tibialängsaxe. Tafel VI[a] und VI[b]. *M.* II. Versuch.

Verrückung (i, k)	$A' = \eta_{2(i)}\zeta_{2(k)} - \eta_{2(k)}\zeta_{2(i)}$	$B' = \zeta_{2(i)}\xi_{2(k)} - \zeta_{2(k)}\xi_{2(i)}$	$C' = \xi_{2(i)}\eta_{2(k)} - \xi_{2(k)}\eta_{2(i)}$	$\frac{B'}{A'}$	$\frac{C'}{A'}$
1, 4	− 334,38	−13,42	−101,56	+0,04	+0,30
2, 5	− 695,02	−30,92	−170,81	+0,04	+0,25
3, 6	−1017,53	−45,52	−219,82	+0,04	+0,22
4, 7	−1611,92	−63,83	−286,51	+0,04	+0,18
5, 8	−1616,82	−56,52	−267,74	+0,03	+0,17
6, 9	−1594,55	−46,76	−241,73	+0,03	+0,15
7,10	−1188,74	−12,98	−146,09	+0,01	+0,12
8,11	−1248,93	− 5,79	−152,14	0	+0,12
9,12	−1398,07	− 7,17	−172,42	+0,01	+0,12
10,13	−1429,72	−21,70	−181,27	+0,02	+0,13
11,14	−1645,78	−11,26	−201,80	+0,01	+0,12
12,15	−1414,31	−32,67	−186,62	+0,02	+0,13
13,16	−1214,18	−60,10	−167,46	+0,05	+0,14
14,17	− 692,86	−93,55	− 94,41	+0,14	+0,14
15,18	− 613,90	−95,60	− 82,95	+0,16	+0,14
16,19	− 553,49	−99,56	− 72,88	+0,18	+0,13
17,20	− 557,63	−97,58	− 73,80	+0,17	+0,13
18,21	− 491,43	−82,68	− 65,43	+0,17	+0,13

Zur bequemeren Darstellung sowohl des durch die momentanen Drehungsaxen *OD* als auch des durch die momentanen Beugungsaxen *OB* gebildeten Kegels sind diese Axen in Bezug auf das $\xi\ \eta\ \zeta$-Coordinatensystem, bei welchem sowohl alle Drehungsaxen als auch alle Beugungsaxen und ebenfalls, wie schon früher erwähnt, alle Tibialängsaxen durch den Coordinatenanfangspunkt gehen, mit einer Ebene geschnitten worden, welche in der Richtung der positiven ξ-Axe in der Entfernung von 100 mm parallel mit der $\eta\,\zeta$-Ebene verläuft.

Die Coordinaten der durch den Versuch festgestellten Punkte dieser Durchschnittscurven der Axenkegel ergeben sich für die momentanen Drehungsaxen aus den Grössen $\frac{B}{A}$ und $\frac{C}{A}$ der Tabellen XIII[b], XIV[b], XV[b], XVI[b] und für die momentanen Beugungsaxen aus den Grössen $\frac{B'}{A'}$ und $\frac{C'}{A'}$ der Tabellen XXII bis XXV durch Multiplication mit 100. Die Richtigkeit dieser Angabe geht aus den Gleichungen der momentanen Drehungsaxen und der momentanen Beugungsaxen hervor, wenn man in Rücksicht zieht, dass in denselben, entsprechend der

Gleichung $\xi = 100$ der Durchschnittsebene, überall für ξ der Werth 100 eingesetzt werden muss. Die so gewonnenen Coordinaten sind in den folgenden Tabellen XXVI bis XXIX niedergelegt worden, da sie für die weitere Berechnung gebraucht werden.

Tabelle XXVI.

Coordinaten der Durchschnittscurve der beiden Axenkegel mit der Ebene $\xi = +100$ (in Millimetern).
Tafel II^a, II^b. *H.* I. Versuch.

Verrückung	für die momentanen Drehungsaxen η	für die momentanen Drehungsaxen ζ	für die momentanen Beugungsaxen η	für die momentanen Beugungsaxen ζ	bei einem Beugungswinkel von:
1, 5	−76	−18	0	− 3	1° 45′
2, 6	−73	− 2	0	− 1	4° 0′
3, 7	−54	+ 6	0	+ 4	6° 55′
4, 8	−26	+14	0	+ 7	10° 0′
5, 9	− 9	+14	0	+12	13° 0′
6,10	+12	+11	+ 1	+15	17° 55′
7,11	+18	+ 8	+ 1	+14	23° 25′
8,12	+18	+ 6	+ 1	+13	29° 0′
9,13	+13	+ 4	0	+12	35° 0′
10,14	+11	+ 4	0	+13	40° 35′
11,15	+12	+ 4	+ 1	+14	46° 30′
12,16	+10	+ 6	+ 3	+15	51° 50′
13,17	+ 7	+ 8	+ 2	+16	57° 10′
14,18	+ 4	+ 7	+ 1	+14	61° 40′
15,19	+ 4	+11	+ 2	+15	66° 0′
16,20	+ 6	+12	+ 3	+16	69° 50′
17,21	+ 7	+11	+ 5	+16	73° 45′
18,22	+ 9	+14	+ 7	+17	77° 15′
19,23	+10	+14	+ 8	+17	80° 25′
20,24	+ 8	+12	+ 7	+17	83° 45′
21,25	+11	+11	+ 9	+18	87° 15′
22,26	+16	+ 8	+13	+18	90° 10′
23,27	+18	+ 3	+18	+18	93° 5′
24,28	+20	0	+21	+18	95° 40′
25,29	+23	+ 1	+22	+18	97° 55′
26,30	+21	0	+20	+18	99° 30′
27,31	+19	+ 3	+19	+18	101° 10′
28,32	+17	+ 3	+18	+18	102° 45′
29,33	+22	+ 4	+20	+18	104° 0′

Die Beugungswinkel in der letzten Columne sind in dieser wie in den folgenden Tabellen das arithmetische Mittel aus den Beugungswinkeln der Anfangs- und Endstellung der Tibialängsaxe bei jeder Verrückung.



Tabelle XXVII.

Coordinaten der Durchschnittscurve der beiden Axenkegel mit der Ebene $\xi = + 100$ (in Millimetern). Tafel III[a] und III[b]. *H.* II. Versuch.

Verrückung	für die momentanen Drehungsaxen		für die momentanen Beugungsaxen		bei einem Beugungswinkel von:
	η	ζ	η	ζ	
1, 5	−45	+ 7	− 6	+10	4° 15′
2, 6	−28	+16	− 6	+16	6° 35′
3, 7	− 8	+22	− 5	+22	9° 40′
4, 8	+11	+20	− 5	+24	13° 35′
5, 9	+23	+21	− 3	+28	17° 40′
6,10	+25	+15	− 4	+28	22° 30′
7,11	+25	+13	− 4	+28	26° 45′
8,12	+21	+13	− 3	+29	31° 35′
9,13	+19	+12	− 3	+29	36° 0′
10,14	+15	+14	− 2	+30	40° 55′
11,15	+10	+14	− 2	+30	45° 5′
12,16	+ 9	+18	− 2	+30	49° 25′
13,17	+ 4	+19	− 3	+30	53° 0′
14,18	+ 4	+22	− 2	+30	56° 45′
15,19	+ 2	+23	− 1	+31	60° 20′
16,20	− 3	+17	− 3	+30	63° 30′
17,21	− 3	+18	− 1	+30	66° 25′
18,22	− 6	+14	− 3	+30	69° 25′
19,23	− 6	+12	− 3	+30	72° 10′
20,24	− 3	+14	0	+31	74° 55′
21,25	+ 3	+18	+ 3	+32	77° 25′
22,26	+ 7	+23	+ 5	+32	80° 0′
23,27	+14	+27	+ 9	+33	82° 10′
24,28	+22	+29	+10	+33	84° 20′
25,29	+14	+24	+ 9	+33	86° 5′
26,30	+21	+23	+12	+33	87° 40′
27,31	+11	+20	+11	+33	89° 0′

Tabelle XXVIII.

Coordinaten der Durchschnittscurve der beiden Axenkegel mit der Ebene $\xi = +100$ (in Millimetern).
Tafel V^a und V^b. *M.* I. Versuch.

Verrückung	für die momentanen Drehungsaxen		für die momentanen Beugungsaxen		bei einem Beugungswinkel von:
	η	ζ	η	ζ	
1, 5	−17	+16	+ 5	+23	3° 55′
2, 6	−15	+15	+ 5	+20	6° 0′
3, 7	−36	+16	+ 6	+18	10° 0′
4, 8	−21	+17	+ 5	+16	12° 40′
5, 9	− 6	+18	+ 5	+15	17° 0′
6,10	+ 7	+15	+ 5	+14	21° 10′
7,11	+13	+14	+ 5	+14	26° 20′
8,12	+20	+11	+ 5	+13	29° 30′
9,13	+15	+10	+ 4	+13	34° 5′
10,14	+16	+ 6	+ 4	+12	39° 5′
11,15	+17	+ 3	+ 4	+11	44° 5′
12,16	+18	− 1	+ 3	+10	48° 0′
13,17	+18	− 6	+ 2	+10	52° 45′
14,18	+17	− 5	+ 2	+10	57° 55′
15,19	+16	− 7	+ 4	+11	63° 15′
16,20	+14	− 6	+ 6	+12	68° 10′
17,21	+10	− 3	+ 5	+12	73° 25′
18,22	+ 8	− 3	+ 4	+11	78° 15′
19,23	+ 4	− 1	+ 1	+10	82° 15′
20,24	0	− 4	− 3	+ 9	86° 30′
21,25	0	− 5	− 3	+ 9	90° 40′
22,26	0	− 4	− 2	+10	94° 30′
23,27	+ 6	− 2	+ 3	+10	97° 55′
24,28	+ 8	− 3	+ 8	+10	101° 5′
25,29	+18	0	+16	+10	104° 5′
26,30	+21	+ 5	+18	+ 9	107° 5′
27,31	+23	+ 9	+21	+ 8	109° 45′

Tabelle XXIX.

Coordinaten der Durchschnittscurve der beiden Axenkegel mit der Ebene $\xi = +100$ (in Millimetern). Tafel VI^a und VI^b. *M.* II. Versuch.

Verrückung	für die momentanen Drehungsaxen η	ζ	für die momentanen Beugungsaxen η	ζ	bei einem Beugungswinkel von:
1, 4	−73	+21	+ 1	+30	2° 15′
2, 5	−51	+24	+ 1	+25	6° 30′
3, 6	−26	+23	+ 1	+22	10° 35′
4, 7	− 3	+19	+ 1	+18	19° 30′
5, 8	+ 8	+14	+ 3	+17	26° 20′
6, 9	+11	+11	+ 3	+15	32° 50′
7,10	+16	0	+ 1	+12	43° 30′
8,11	+18	− 1	0	+12	50° 50′
9,12	+15	− 7	+ 1	+12	58° 25′
10,13	+12	− 4	+ 2	+13	65° 40′
11,14	+ 4	− 2	+ 1	+12	75° 30′
12,15	+ 6	+ 1	+ 2	+13	82° 20′
13,16	+ 6	+ 3	+ 5	+14	88° 10′
14,17	+17	+ 6	+14	+14	95° 30′
15,18	+15	+ 7	+16	+14	99° 30′
16,19	+17	+ 5	+18	+13	103° 5′
17,20	+13	+ 8	+17	+13	106° 0′
18,21	+15	+16	+17	+13	108° 45′

Mit Hülfe dieser Coordinaten, denen mit Rücksicht auf ihre Lage im räumlichen Coordinatensystem noch als dritte Coordinate in allen Fällen $\xi = +100$ zuzufügen ist, und mit Hülfe der Coordinaten ξ_2, η_2, ζ_2 eines Punktes der Tibialängsaxe in den Tabellen XVII bis XX gewinnt man bei entsprechender Abänderung der Coordinatenbezeichnung aus der Formel für ω auf pag. 52 die Winkel (db) und (ld), d. h. die Winkel zwischen momentaner Drehungsaxe und momentaner Beugungsaxe einerseits und die Winkel zwischen Tibialängsaxe und momentaner Drehungsaxe andererseits.

Aus diesen Winkeln und aus den Differenzen $\varDelta\omega$ der Beugungswinkel für die einzelnen Stellungen der Tibialängsaxe berechnet man nun nach der Formel:

$$\sin\frac{\varDelta\vartheta}{2} = \frac{\sin\frac{\varDelta\omega}{2}\cdot\sin(db)}{\sin(ld)}$$

die Grösse des Rollungswinkels $\varDelta\vartheta$ bei jeder Verrückung. Die Resultate dieser Berechnung sind in den Tabellen XXX bis XXXIII niedergelegt worden. Die letzte Columne dieser Tabelle enthält wieder die Beugungswinkel, für welche man diese Grösse der Rollung anzunehmen hat, und die vorletzte Columne enthält die Grösse der Rollung, welche auf 1 Grad Beugung bei dem betreffenden Beugungswinkel kommen würde.

Durch die Angaben dieser vorletzten Columne wird erst eine Vergleichung der Resultate der vier Versuche ermöglicht.

Tabelle XXX.

Berechnung der Rollungswinkel.
Tafel II^a und II^b. *H.* I. Versuch.

Verrückung	$\varDelta\omega$	(db)	(ld)	$\varDelta\vartheta$	Auf 1° Beugung kommen Rollung:	bei einem Beugungswinkel von:
1, 5	3°30′	37°40′	52°40′	+2°42′	+16′	1°45′
2, 6	8° 0′	36°10′	54° 0′	+5°50′	+14′	4° 0′
3, 7	12°10′	28°20′	62° 0′	+6°32′	+32′	6°55′
4, 8	15°20′	15° 0′	76° 0′	+4° 4′	+16′	10° 0′
5, 9	19° 0′	5°10′	85°10′	+1°42′	+ 5′	13° 0′
6,10	19°50′	6°50′	96°30′	−2°22′	− 7′	17°55′
7,11	20°50′	10°30′	100° 0′	−3°50′	−11′	23°25′
8,12	22°40′	10°20′	100°20′	−4° 6′	−11′	29° 0′
9,13	25° 0′	8°40′	98°30′	−3°46′	− 9′	35° 0′
10,14	25°30′	8°10′	97°40′	−3°38′	− 9′	40°35′
11,15	25°20′	8°30′	98°10′	−3°46′	− 9′	46°30′
12,16	23° 0′	6°30′	96°30′	−2°36′	− 7′	51°50′
13,17	19°20′	5°20′	94°40′	−1°48′	− 6′	57°10′
14,18	16°40′	4°20′	94°10′	−1°16′	− 5′	61°40′
15,19	13°40′	2°30′	92°20′	−0°36′	− 3′	66° 0′
16,20	13° 0′	2°50′	92°40′	−0°38′	− 3′	69°50′
17,21	13°50′	3°20′	93°20′	−0°48′	− 3′	73°45′
18,22	14°30′	2° 0′	92° 0′	−0°30′	− 2′	77°15′
19,23	15°10′	2° 0′	92° 0′	−0°32′	− 2′	80°25′
20,24	14°50′	2°50′	92°50′	−0°44′	− 3′	83°45′
21,25	13°10′	3°50′	93°50′	−0°52′	− 4′	87°15′
22,26	11°20′	5°50′	95°50′	−1°10′	− 6′	90°10′
23,27	10°10′	8°30′	98°30′	−1°32′	− 9′	93° 5′
24,28	9° 0′	10° 0′	100° 0′	−1°36′	−11′	95°40′
25,29	8°10′	9°20′	99°20′	−1°20′	−10′	97°55′
26,30	7°20′	10° 0′	100° 0′	−1°18′	−10′	99°30′
27,31	6° 0′	8°30′	98°30′	−0°54′	− 9′	101°10′
28,32	5°10′	8°30′	98°30′	−0°46′	− 9′	102°45′
29,33	4° 0′	7°30′	97°30′	−0°32′	− 8′	104° 0′

Die Rollung nach innen ist mit + bezeichnet, die nach aussen mit —.

Tabelle XXXI.

Berechnung der Rollungswinkel.
Tafel III^a und III^b. *H.* II. Versuch.

Verrückung	$\Delta\omega$	(db)	(ld)	$\Delta\vartheta$	Auf 1° Beugung kommen Rollung:	bei einem Beugungswinkel von:
1, 5	8°30′	20°10′	69° 0′	+1°34′	+11′	4°15′
2, 6	12°30′	11°50′	77°50′	+1°18′	+ 6′	6°35′
3, 7	15°20′	1°30′	88°30′	+0°12′	+ 1′	9°40′
4, 8	17°10′	9°10′	99° 0′	−1°23′	− 5′	13°35′
5, 9	18°20′	14°50′	105° 0′	−2°25′	− 8′	17°40′
6,10	19°20′	15°50′	105°50′	−2°44′	− 8′	22°30′
7,11	18°50′	17°40′	107°40′	−2°59′	−10′	26°45′
8,12	18°50′	15°40′	105°40′	−2°38′	− 8′	31°35′
9,13	18°20′	15°10′	105°10′	−2°28′	− 8′	36° 0′
10,14	17°30′	12°50′	102°50′	−1°59′	− 7′	40°55′
11,15	17°50′	10°40′	100°40′	−1°40′	− 6′	45° 5′
12,16	16°50′	9° 0′	99° 0′	−1°20′	− 5′	49°25′
13.17	15°40′	6°40′	96°40′	−0°55′	− 4′	53° 0′
14,18	14°10′	5°30′	95°30′	−0°41′	− 3′	56°45′
15,19	12°40′	4°20′	94°20′	−0°29′	− 2′	60°20′
16,20	11°20′	5°40′	95°40′	−0°34′	− 3′	63°30′
17,21	11°10′	5°20′	95°20′	−0°31′	− 3′	66°25′
18,22	11°10′	6°50′	96°50′	−0°40′	− 4′	69°25′
19,23	11° 0′	8°10′	98°10′	−0°47′	− 4′	72°10′
20,24	11°30′	7°50′	97°50′	−0°47′	− 4′	74°55′
21,25	10°50′	7°10′	97°10′	−0°41′	− 4′	77°25′
22,26	10° 0′	5° 0′	95° 0′	−0°26′	− 3′	80° 0′
23,27	9° 0′	3°40′	93°40′	−0°17′	− 2′	82°10′
24,28	7°20′	3°10′	93°10′	−0°12′	− 2′	84°20′
25,29	6°30′	5° 0′	95° 0′	−0°17′	− 3′	86° 5′
26,30	5°20′	5°50′	95°50′	−0°16′	− 3′	87°40′
27,31	4°40′	7° 0′	97° 0′	−0°17′	− 4′	89° 0′

Tabelle XXXII.

Berechnung des Rollungswinkels.
Tafel V^a. und V^b. *M.* I. Versuch.

Verrückung	$\Delta\omega$	(db)	(ld)	$\Delta\vartheta$	Auf 1° Beugung kommen Rollung:	bei einem Beugungswinkel von:
1, 5	7° 50′	28° 0′	62° 0′	+2° 5′	+16′	3° 55′
2, 6	10° 40′	27° 0′	63° 0′	+2° 36′	+15′	6° 0′
3, 7	16° 0′	23° 0′	67° 20′	+3° 23′	+13′	10° 0′
4, 8	17° 0′	14° 30′	75° 20′	+2° 12′	+ 8′	12° 40′
5, 9	18° 20′	6° 30′	83° 40′	+1° 2′	+ 3′	17° 0′
6, 10	19° 40′	1° 10′	91° 10′	−0° 12′	− 1′	21° 10′
7, 11	16° 40′	4° 30′	94° 30′	−0° 39′	− 2′	26° 20′
8, 12	16° 40′	8° 40′	98° 40′	−1° 16′	− 5′	29° 30′
9, 13	15° 50′	6° 10′	96° 10′	−0° 51′	− 3′	34° 5′
10, 14	16° 10′	7° 30′	97° 30′	−1° 4′	− 4′	39° 5′
11, 15	18° 50′	8° 50′	98° 50′	−1° 27′	− 5′	44° 5′
12, 16	20° 20′	10° 30′	100° 30′	−1° 52′	− 6′	48° 0′
13, 17	21° 30′	12° 20′	102° 20′	−2° 20′	− 7′	52° 45′
14, 18	21° 30′	11° 50′	101° 50′	−2° 14′	− 6′	57° 55′
15, 19	19° 30′	12° 10′	102° 10′	−2° 6′	− 6′	63° 15′
16, 20	20° 0′	11° 0′	101° 0′	−1° 56′	− 6′	68° 10′
17, 21	19° 50′	8° 30′	98° 30′	−1° 28′	− 4′	73° 25′
18, 22	19° 10′	8° 0′	98° 0′	−1° 20′	− 4′	78° 15′
19, 23	18° 30′	6° 20′	96° 20′	−1° 1′	− 3′	82° 15′
20, 24	16° 40′	7° 40′	97° 40′	−1° 7′	− 4′	86° 30′
21, 25	14° 40′	8° 20′	98° 20′	−1° 4′	− 4′	90° 40′
22, 26	13° 20′	7° 50′	97° 50′	−0° 55′	− 4′	94° 30′
23, 27	12° 50′	7° 10′	97° 10′	−0° 48′	− 4′	97° 55′
24, 28	12° 30′	7° 20′	97° 20′	−0° 48′	− 4′	101° 5′
25, 29	12° 10′	5° 30′	95° 30′	−0° 35′	− 3′	104° 5′
26, 30	11° 50′	2° 20′	92° 20′	−0° 14′	− 1′	107° 5′
27, 31	10° 50′	0° 30′	89° 30′	+0° 3′	0	109° 45′

Tabelle XXXIII.

Berechnung des Rollungswinkels.
Tafel VI[a] und VI[b]. *M.* II. Versuch.

Verrückung	$\Delta\omega$	(db)	(ld)	$\Delta\vartheta$	Auf 1° Beugung kommen Rollung:	bei einem Beugungswinkel von:
1, 4	5°30′	38° 0′	52° 0′	+2° 9′	+23′	2°45′
2, 5	11°40′	28°40′	61°10′	+3°11′	+16′	6°30′
3, 6	17°10′	16°30′	73°20′	+2°32′	+ 9′	10°35′
4, 7	28° 0′	4° 0′	86° 0′	+0°58′	+ 2′	19°30′
5, 8	28° 0′	3°20′	92°40′	−0°48′	− 2′	26°20′
6, 9	27°20′	5° 0′	95° 0′	−1°11′	− 3′	32°50′
7,10	20° 0′	10°50′	100°50′	−1°54′	− 6′	43°30′
8,11	21° 0′	13°20′	103°20′	−2°29′	− 7′	50°50′
9,12	23°50′	13°20′	103°20′	−2°48′	− 7′	58°25′
10,13	24°20′	11° 0′	101° 0′	−2°21′	− 6′	65°40′
11,14	28°20′	7°50′	97°50′	−1°56′	− 4′	75°30′
12,15	24° 0′	7°10′	97°10′	−1°30′	− 4′	82°20′
13,16	20°40′	6° 0′	96° 0′	−1° 5′	− 3′	88°10′
14,17	11°40′	4°30′	94°30′	−0°28′	− 2′	95°30′
15,18	10°20′	3°40′	93°40′	−0°20′	− 2′	99°30′
16,19	9°10′	4°40′	94°40′	−0°22′	− 2′	103° 5′
17,20	9°20′	3°10′	93°10′	−0°15′	− 2′	106° 0′
18,21	8°10′	1°20′	88°40′	+0° 6′	+ 1′	108°45′

Um eine Vergleichung zwischen den Resultaten der vier Versuche zu ermöglichen, sind in der Figur 5 auf folgender Seite Curven aufgezeichnet worden, deren Abscissen die Grössen der Beugungswinkel angeben, und zwar so, dass jedem Millimeter 1 Grad entspricht. Die Ordinaten zeigen die Grössen der Rollung an, welche bei dem betreffenden Beugungsgrade auf 1 Grad Beugung kommen würden; hier entspricht jedem Millimeter eine Winkelminute.

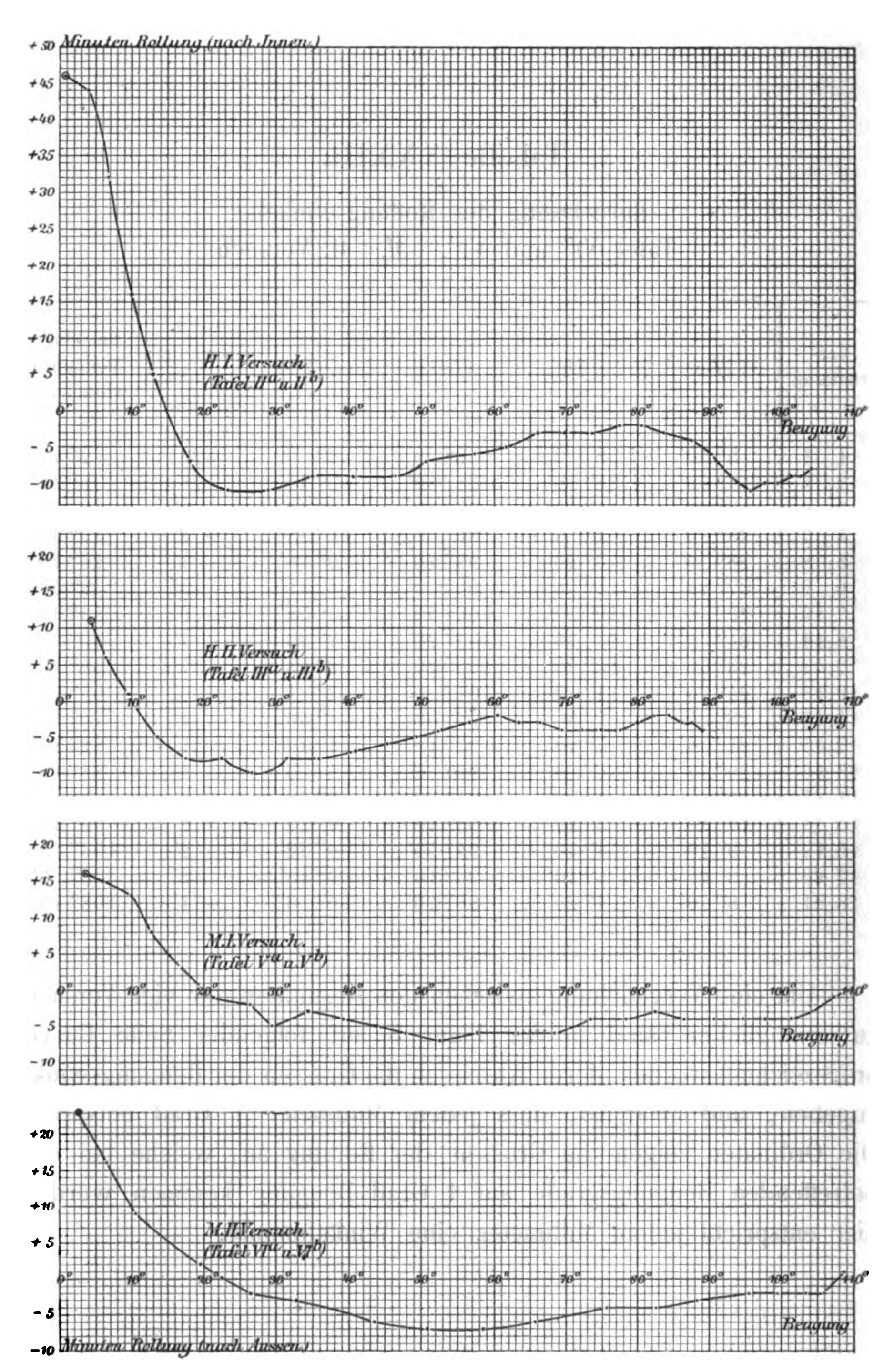

Minuten Rollung (nach Innen)
H. I. Versuch (Tafel IIa u. IIb)
Beugung
H. II. Versuch (Tafel IIIa u. IIIb)
Beugung
M. I. Versuch (Tafel Va u. Vb)
Beugung
M. II. Versuch (Tafel VIa u. VIb)
Beugung
Minuten Rollung (nach Aussen)

Fig. 5.

Aus diesen Curven ist ersichtlich, dass die zwei Curven, welche sich auf ein und dasselbe Individuum beziehen, von geringen Abweichungen abgesehen, fast identischen Verlauf zeigen. Ein Beweis für die Anwendbarkeit und Genauigkeit der Methode.

Die erste und zweite Curve unterscheiden sich nur dadurch, dass bei der ersten der Durchschnittspunkt mit der Abscissenaxe um 5° weiter nach rechts liegt. Dies hat darin seinen Grund, dass bei dem zweiten Versuch die Bewegung nicht von derselben Stelle an durch Funkengebung markirt worden ist, so dass also bei dem zweiten Versuch die ersten fünf Grade für die Aufzeichnung verloren gegangen sind. Die Strecklage des Beines, welche der Strecklage bei dem ersten Versuche entspricht, liegt bei dem zweiten Versuch noch 5° weiter zurück, als die Stellung, von der an die Funken ausgelöst wurden. Man hat daher die zweite Curve 5 Millimeter weiter nach rechts zu verschieben, um sie mit der ersten Curve in Uebereinstimmung zu bringen. Entsprechendes würde bei jedem neuen Versuche zu berücksichtigen sein.

Beim dritten und vierten Versuch beträgt die Differenz weniger, etwa nur $2\frac{1}{2}$°.

Aus allen vier Versuchen geht hervor, dass mit der Beugung aus der Strecklage zunächst eine starke Rollung nach innen verbunden ist, welche dann rasch abnimmt, und bei circa 15° bei dem einen Individuum, bei circa 20° bei dem andern Individuum ihr Ende erreicht hat.

Um die Gesammtrollung für diese ersten 15 resp. 20 Grade zu erhalten, hat man nur nöthig, den Flächenraum zu messen, welcher begrenzt wird durch die positive Richtung der Abscissenaxe, die positive Richtung der Ordinatenaxe und das Stück der Curve, welches zwischen beiden liegt.

Von 15° resp. 20° Beugung an tritt eine Rollung nach aussen ein, welche bei beiden Individuen im Durchschnitt 5 Winkelminuten bei jeder Beugung um 1 Grad beträgt. Ein individueller Unterschied tritt nur insofern auf, als bei dem ersten Individuum die Auswärtsrollung von 17° Beugung bis zu circa 60° Beugung mehr als 5 Minuten und von da an bis zu circa 90° weniger als 5 Minuten beträgt, während bei dem zweiten Individuum die Rollung sich gleichmässiger vertheilt. Der Effect dieser Auswärtsrollung ist der, dass bei der

rechtwinkligen Beugestellung der Unterschenkel zum Oberschenkel fast wieder genau so orientirt ist als bei der äussersten Streckstellung; indem bis dahin die Auswärtsrollung die vorangegangene Einwärtsrollung nahezu wieder aufgehoben hat.

Um das Durchschnittsresultat von den vier Versuchen zu erhalten, ist es nöthig, sich von den Abweichungen der Ausgangsstellung unabhängig zu machen. Es ist daher bei allen vier Versuchen die Beugestellung, bei welcher die Rollung für einen Moment ganz aufgehört hat, demselben Beugegrad zugewiesen worden, nämlich 20° Beugung. Es macht sich infolge dessen nöthig, die erste Curve in Fig. 5 um 5 Millimeter, die zweite Curve um 10 Millimeter nach rechts und die vierte um 2½ Millimeter nach links zu verschieben, damit die Durchschnittspunkte der vier Curven mit der Abscissenaxe alle an die Stelle von 20° Beugung fallen.

Nimmt man das arithmetische Mittel aus den entsprechenden Ordinaten dieser vier Curven nach vorausgegangener Verschiebung, so ergeben sich folgende Durchschnittswerthe der Rollungswinkel:

Bei	5°	Beugung	+ 25	Winkelminuten,
»	10°	»	+ 20	»
»	15°	»	+ 8	»
»	20°	»	0	»
»	25°	»	− 5	»
»	30°	»	− 7	»
»	35°	»	− 7	»
»	40°	»	− 7	»
»	45°	»	− 7	»
»	50°	»	− 7,5	»
»	55°	»	− 7	»
»	60°	»	− 6	»
»	65°	»	− 5	»
»	70°	»	− 4	»
»	75°	»	− 3,5	»
»	80°	»	− 4	»
»	85°	»	− 3	»
»	90°	»	− 3	»
»	95°	»	− 4	»
»	100°	»	− 5	»
»	105°	»	− 5	»
»	110°	»	− 3,5	»

Die entsprechende Rollungscurve ist in beifolgender Figur 6 aufgezeichnet worden.



Aus dieser Figur ergiebt sich, dass zu Anfang der Beugung von der Streckstellung aus die Beugung mit einer starken Einwärtsrollung des Unterschenkels verbunden ist. Ganz zu Anfang kommt

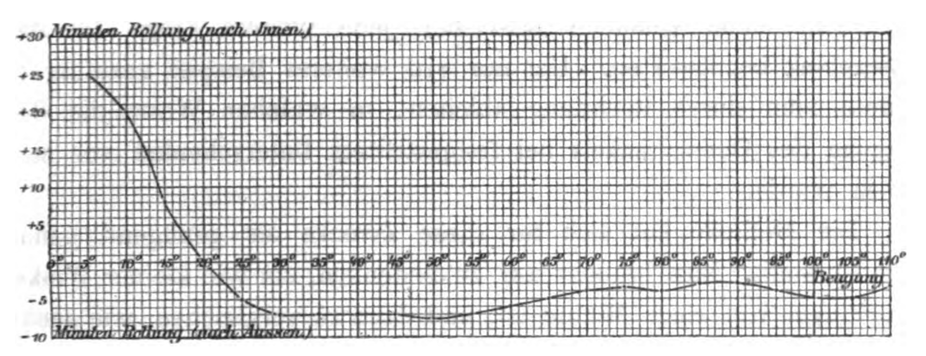


Fig. 6.

auf jeden Grad der Beugung nahezu 30 Minuten Rollung. Die Einwärtsrollung nimmt aber bei zunehmender Beugung nahezu gleichmässig ab und hat bei circa 20° Beugung ihr Ende erreicht. Von da an beginnt eine entgegengesetzte Rollung des Unterschenkels nach aussen, die wir in der Figur, um sie von der ersten Rollung zu unterscheiden, als negativ bezeichnet haben. Diese Auswärtsrollung ist geringer als die erste; sie nimmt zwar zunächst stetig zu, erreicht aber schon bei 30° Beugung ihr Maximum in der Grösse von 7 Minuten für eine Beugung von 1 Grad. Auf dieser Höhe erhält sie sich bis zu 55° Beugung und nimmt dann allmählich ab, bis sie bei 70° Beugung auf 4 Minuten für 1 Grad Beugung herabgesunken ist. Von da ab bleibt sie im weiteren Verlaufe der Beugung zunächst nahezu constant. Nach 110° Beugung scheint sie dann noch mehr abzunehmen und allmählich ganz zu verschwinden, eine Erscheinung, die sich deshalb nicht sicher constatiren liess, weil unsere Versuchsindividuen in ihrem Apparate nicht weit über die rechtwinklige Beugestellung hinausgehen konnten. Im Ganzen beträgt die Einwärtsrollung von 0° bis 20° Beugung, wie sich aus der Grösse des von der Curve und den beiden Coordinatenaxen gebildeten Flächenraumes ergiebt, nahezu 6°, während die darauffolgende Auswärtsrollung bis zu 90° Beugung ebenfalls eine Grösse von abgerundet 6° erreicht hat, wodurch die Einwärtsrollung wieder ausgeglichen wird. Bei dem Uebergang aus einer Beugestellung in die

Streckstellung werden die Rollungen genau dieselben Werthe haben, aber in entgegengesetztem Sinne verlaufen.

Damit ist nur ein Beispiel erledigt von dem, was man Alles nun aus dem einmal gewonnenen Fundament berechnen kann.

Ohne neue Versuche lässt sich jede weitere Frage für das Kniegelenk beantworten. Um nur ein weiteres Beispiel anzuführen, könnte man durch Rechnung ableiten, in welcher Weise die Bewegung des Oberschenkels bei festgestelltem Unterschenkel vor sich gehen würde.

Die Methode hat sich für diese Zwecke als genügend genau herausgestellt. Man braucht nur zu bedenken, ein wie kleiner Winkel ein Winkel von einer Minute ist, und dann zu vergleichen, wie genau die Rollungswerthe in Minuten ausgedrückt bei verschiedenen Versuchen an demselben Individuum übereinstimmen. Diese Uebereinstimmung würde sich nicht ergeben haben, wenn wir nicht bei unseren Versuchen jede Kleinigkeit berücksichtigt hätten.

Resultate.

Die Messungen der Gelenkbewegungen am Lebenden ersetzen nicht die Messungen am Cadaver, wie Lecomte und Heiberg behauptet haben, sondern ergänzen dieselben nur. Schon in einer früheren Arbeit haben wir betont, dass die Freilegung des Gelenks am Cadaver, die Bestimmung der Gelenkformen, der Gelenkbänder, der Gelenkmuskeln als Grundlage für weitere Untersuchung am Lebenden vorausgehen muss. Die Messungen am Lebenden sind aber bei animalen Gelenken, welche aus biegsamen nachgiebigen, nicht aus starren unnachgiebigen Massen gebildet sind, unentbehrlich.

Bei Maschinengelenken mit starren Massen bedingt die Gelenkform allein schon die Art der Gelenkbewegung; bei animalen Gelenken ist dies nicht der Fall, weil hier die nachgiebigen Massen eine Veränderlichkeit der Gelenkflächen während der Bewegung bedingen und auch abnorme Bewegungen zulassen, wenn abnorme äussere Gewalten angewendet werden, weil ferner die eignen Muskeln hier berücksichtigt werden müssen, und weil die Natur von Bewegungen,

welche die Form des Gelenkes an sich zulassen würde, vielfach nicht Gebrauch macht.

Gelenkmessungen am lebenden Körper sind schon vielfach gemacht worden, in besonders ausgezeichneter Weise von MAREY und BOWDITCH, welche die Photographie zu Hülfe nahmen, um den bewegten Theil zu projiciren. Diese Messungen reichen aber nicht aus, da die betreffenden Forscher nur eine Projection gewannen, und bekanntlich, wenn es sich um Bewegungen im Raume handelt, mindestens zwei Projectionen nothwendig sind.

Es ergab sich, dass der Druck, welchen die Muskeln bei der Bewegung auf das Gelenk ausüben, eine feste Contactfläche an dem Knorpel erst erzeugt, eine Pfanne sich erst herausarbeitet, und dass am Lebenden eine willkürliche Rollung, d. h. eine willkürliche Rotation des Unterschenkels um seine Längsaxe bei jeder beliebigen Beugestellung fast ganz ausgeschlossen ist.

Aus unseren Messungen am Lebenden ergab sich, dass das Kniegelenk nur einen Grad der Freiheit besitzt, dass die Bewegung eine zwangläufige ist, bei der keine feste Axe existirt, und dass mit der Beugung stets Rollung des bewegten Knochens sich verbindet.

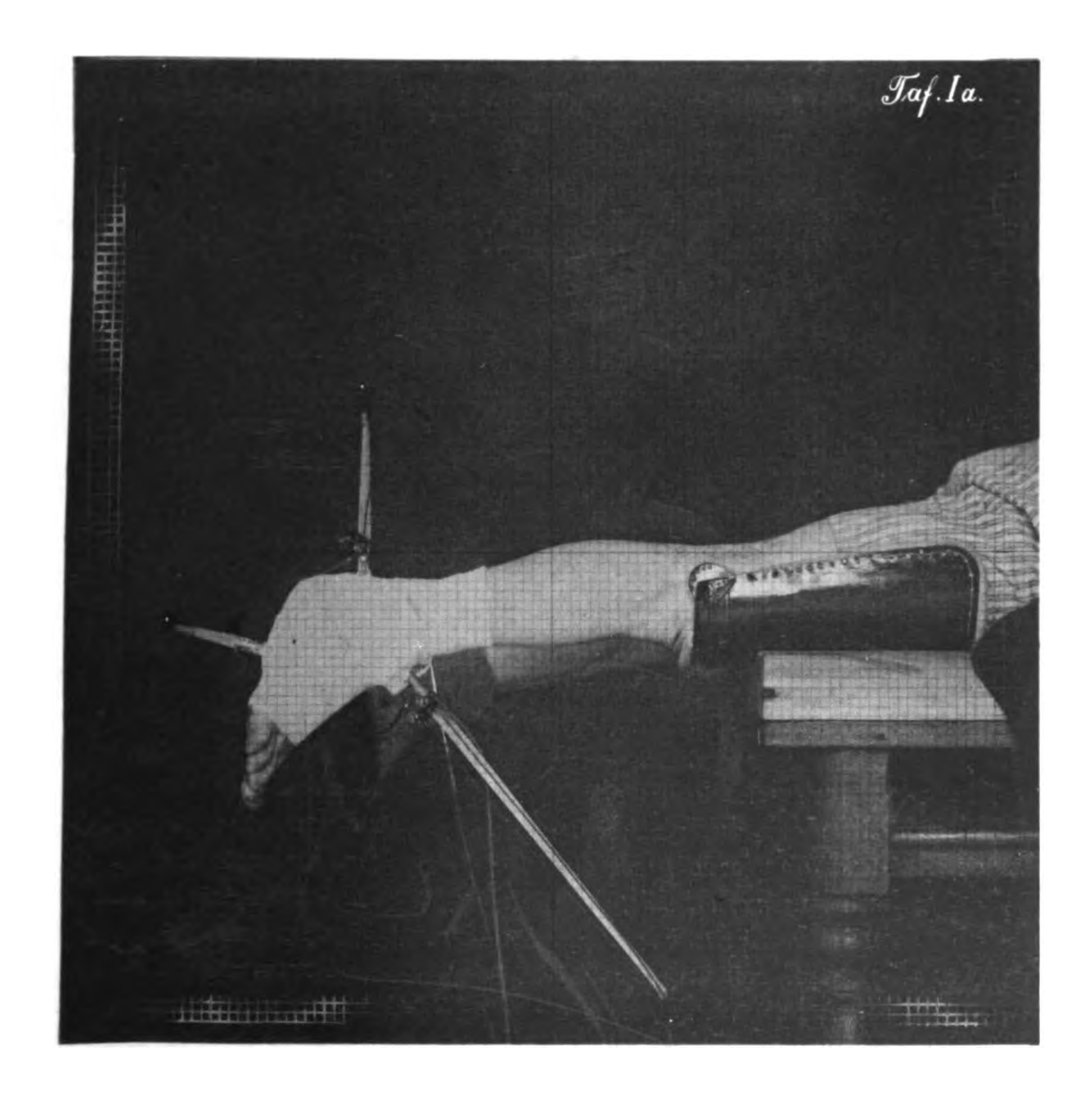
Die Methode der Untersuchung bestand darin, dass während der Beugung an drei starr mit dem Unterschenkel verbundenen Stellen gleichzeitig in der Secunde etwa 20 Funken durch einen Ruhmkorff-schen Inductor erzeugt wurden, die durch Photographie in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen auf ein Coordinatennetz projicirt wurden.

Aus den Beobachtungen ergab sich, wie Fig. 6 zeigt, dass im Anfang der Beugung von der äussersten Strecklage aus eine starke Einwärtsrollung vorhanden ist, deren Werth zuerst circa 30 Winkelminuten für 1 Grad Beugung beträgt. Diese Rollung nimmt mit dem Fortschreiten der Beugung ziemlich schnell ab und hört bei circa 30° Beugung für einen Moment ganz auf. Von da an tritt eine Auswärtsrollung auf, welche bei 30° Beugung die Grösse von 7 Minuten für jeden Beugungsgrad angenommen hat und sich bis zu 55° Beugung ziemlich constant auf dieser Höhe erhält. Von 55° bis 110° Beugung wird die Rollung nach aussen geringer und beträgt im Durchschnitt ungefähr vier Minuten für jeden Beugungsgrad. Durch diese Auswärtsrollung ist bei der rechtwinkligen Beugestellung der Effekt



der voraufgegangenen Einwärtsrollung wieder aufgehoben worden, denn sowohl die Gesamtrollung nach innen bei der Beugung von der Streckstellung aus um 20°, als auch die darauffolgende Gesamtrollung nach aussen bei der weitergehenden Beugung bis zur rechtwinkligen Beugestellung besitzt eine Grösse von 6°.

Abhandl. d. K. S. Ges. d. Wiss. math.-phys. Cl. Bd. XVII, 2.



H. in der Ruhelage, vor dem I. Versuch.

Projection auf die YZ-Ebene.

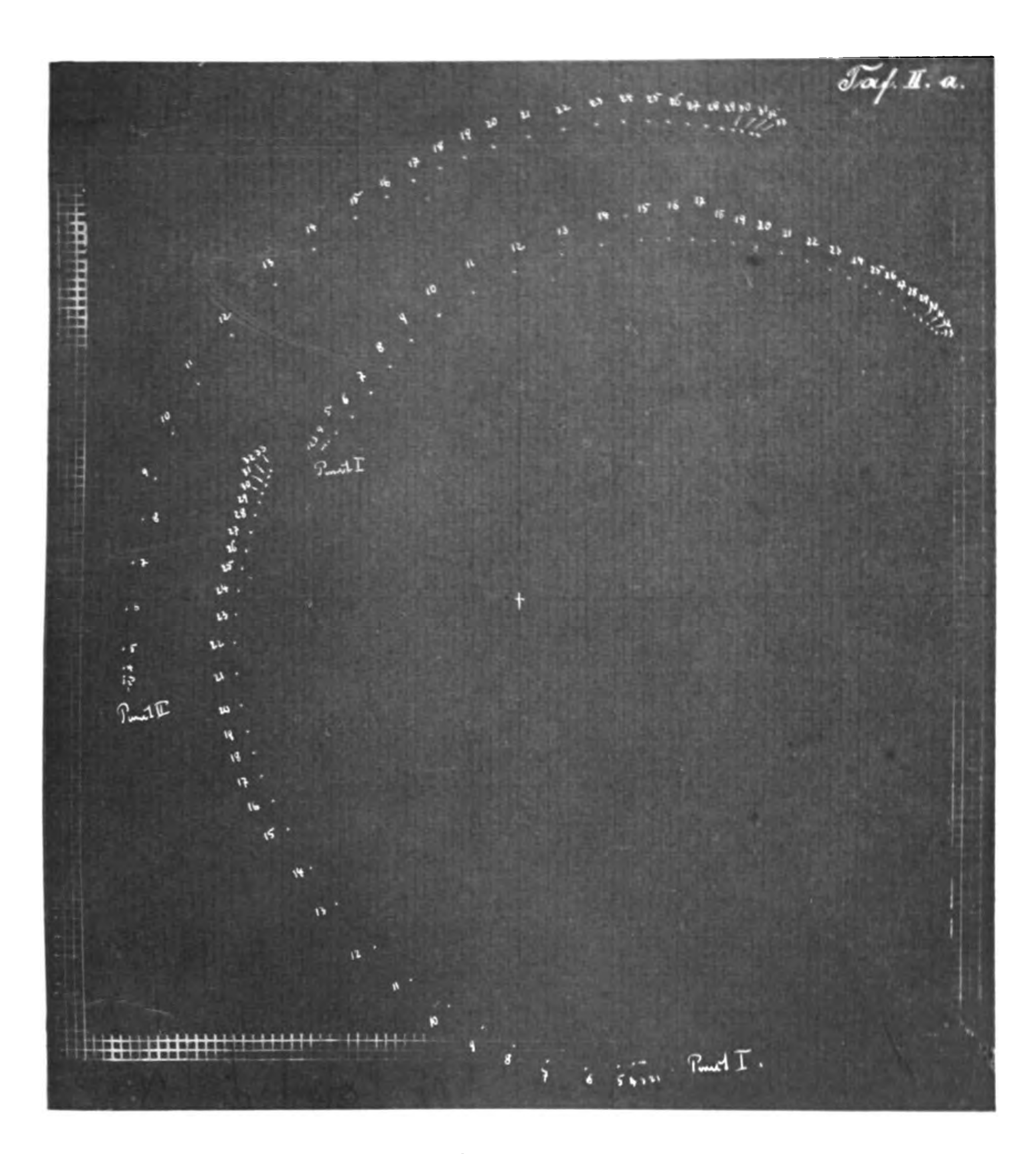
Pag. 33. 34.



H. in der Ruhelage, vor dem I. Versuch.

Projection auf die XZ-Ebene.

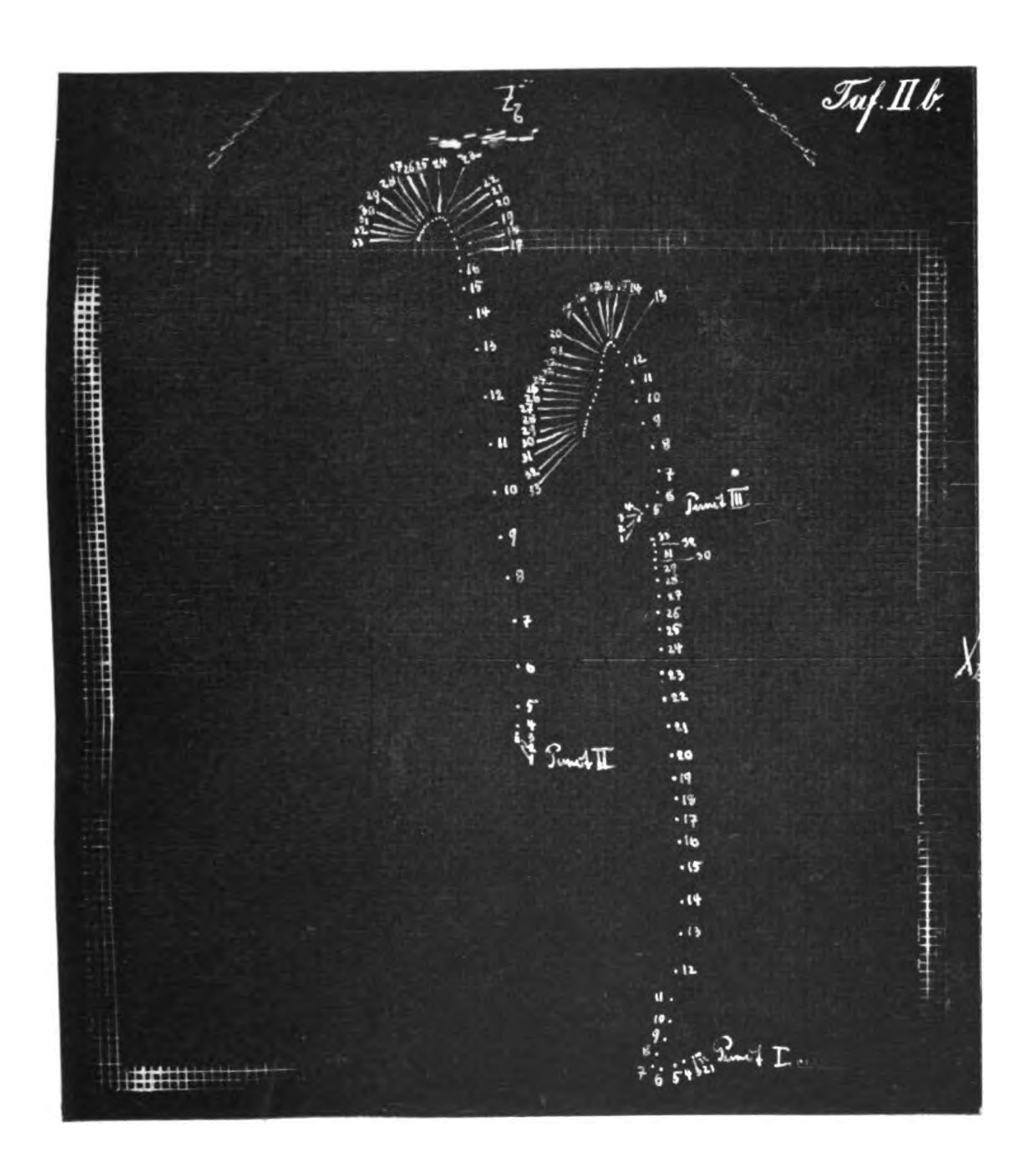
Pag. 33. 34.



H. I. Versuch.

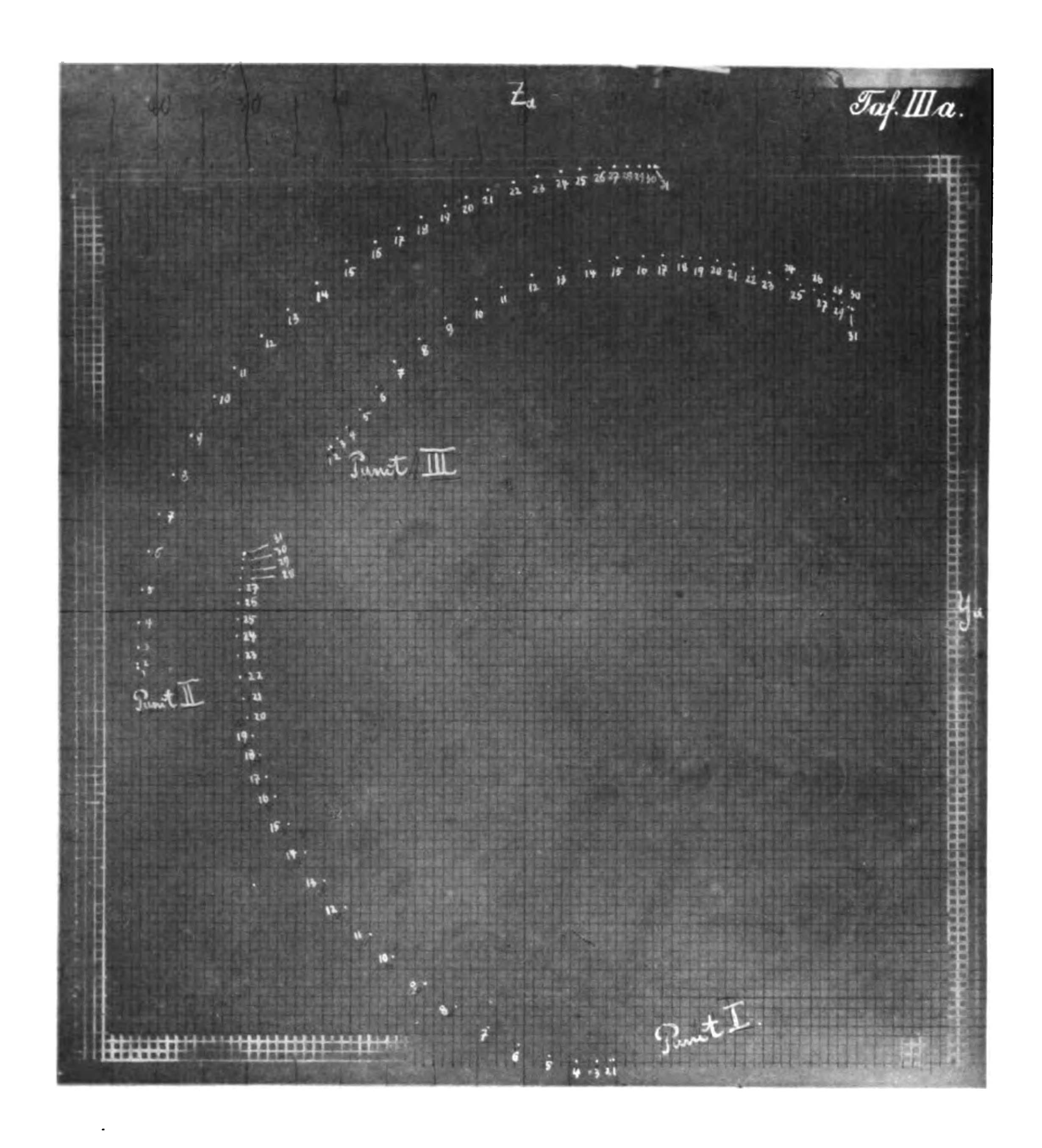
Projection auf die YZ-Ebene.

Tabelle I. Pag. 26.



H. I. Versuch.
Projection auf die XZ-Ebene.

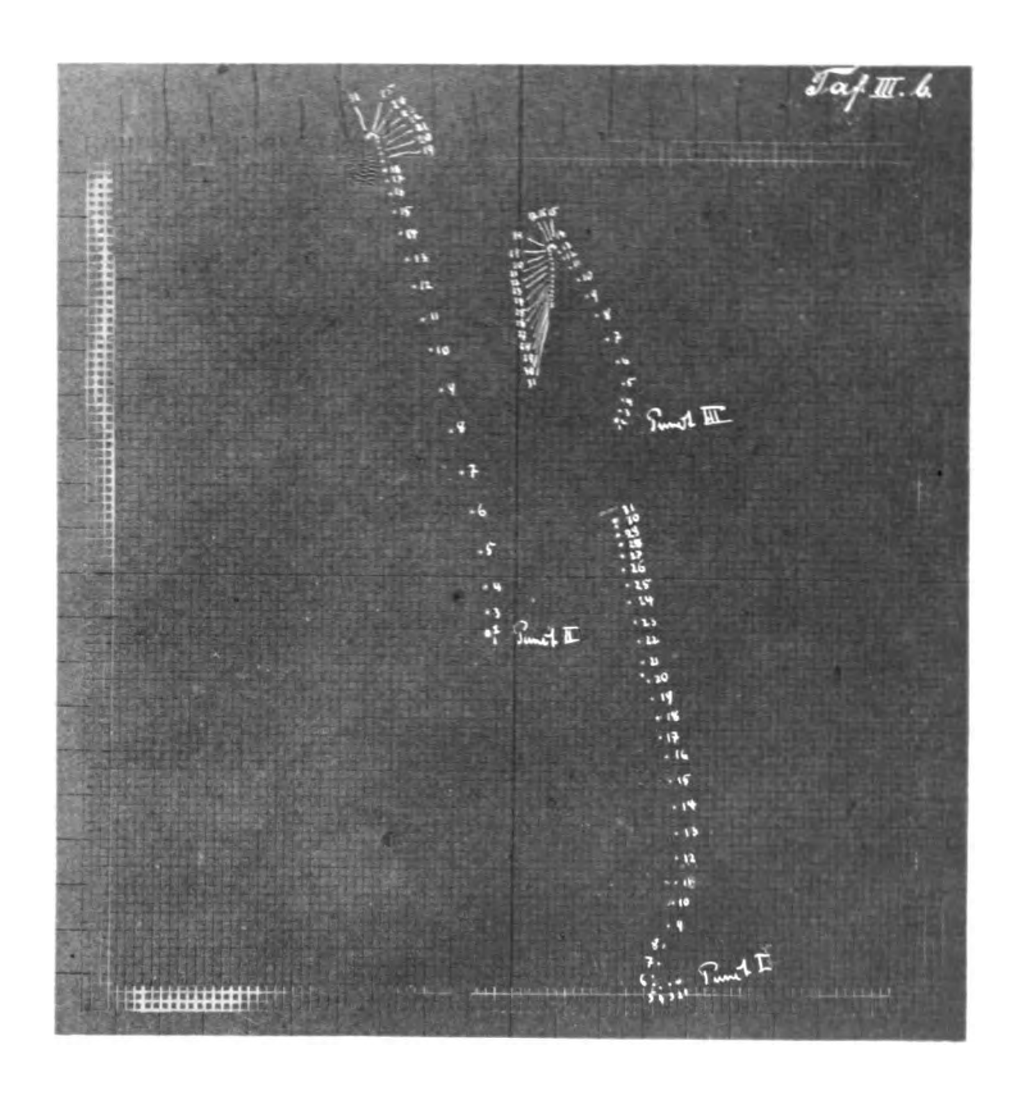
Tabelle I. Pag. 26.



H. II. Versuch.

Projection auf die YZ-Ebene.

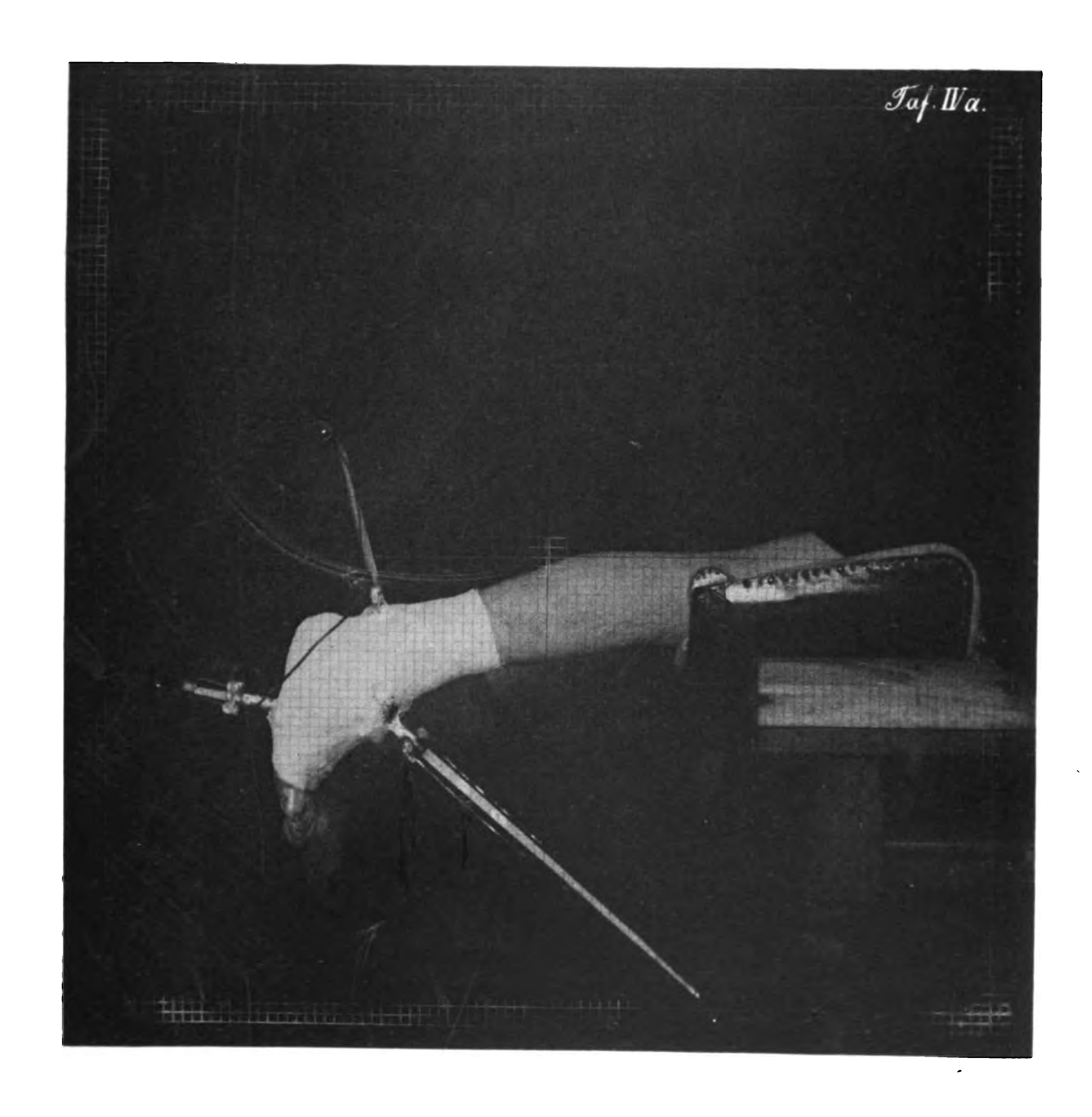
Tabelle II. Pag. 27.



H. II. Versuch.

Projection auf die XZ-Ebene.

Tabelle II. Pag. 27.



M. in der Ruhelage vor dem I. Versuch.

Projection auf die YZ-Ebene.

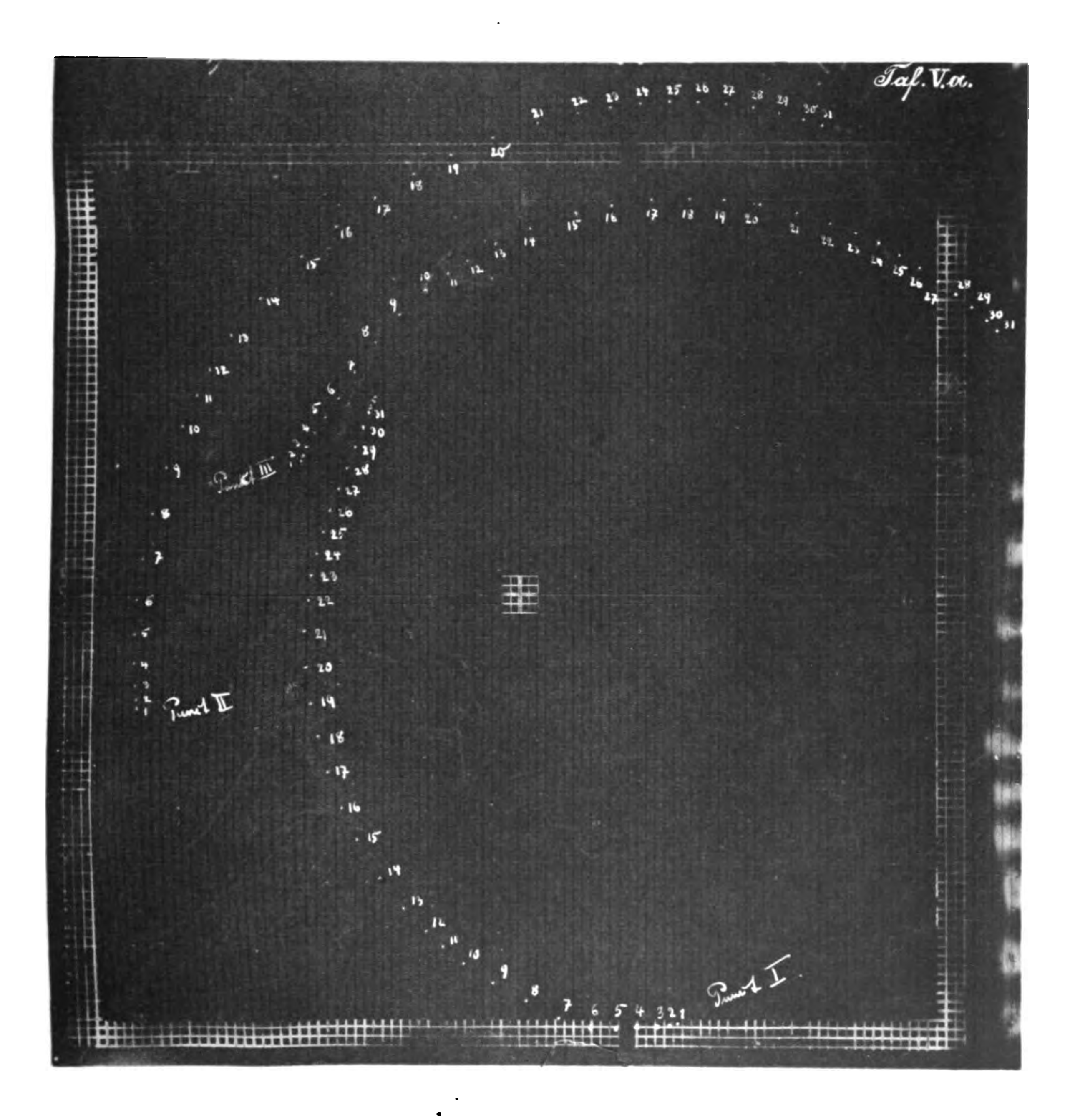
Pag. 34.



M. in der Ruhelage vor dem I. Versuch.

Projection auf die XZ-Ebene.

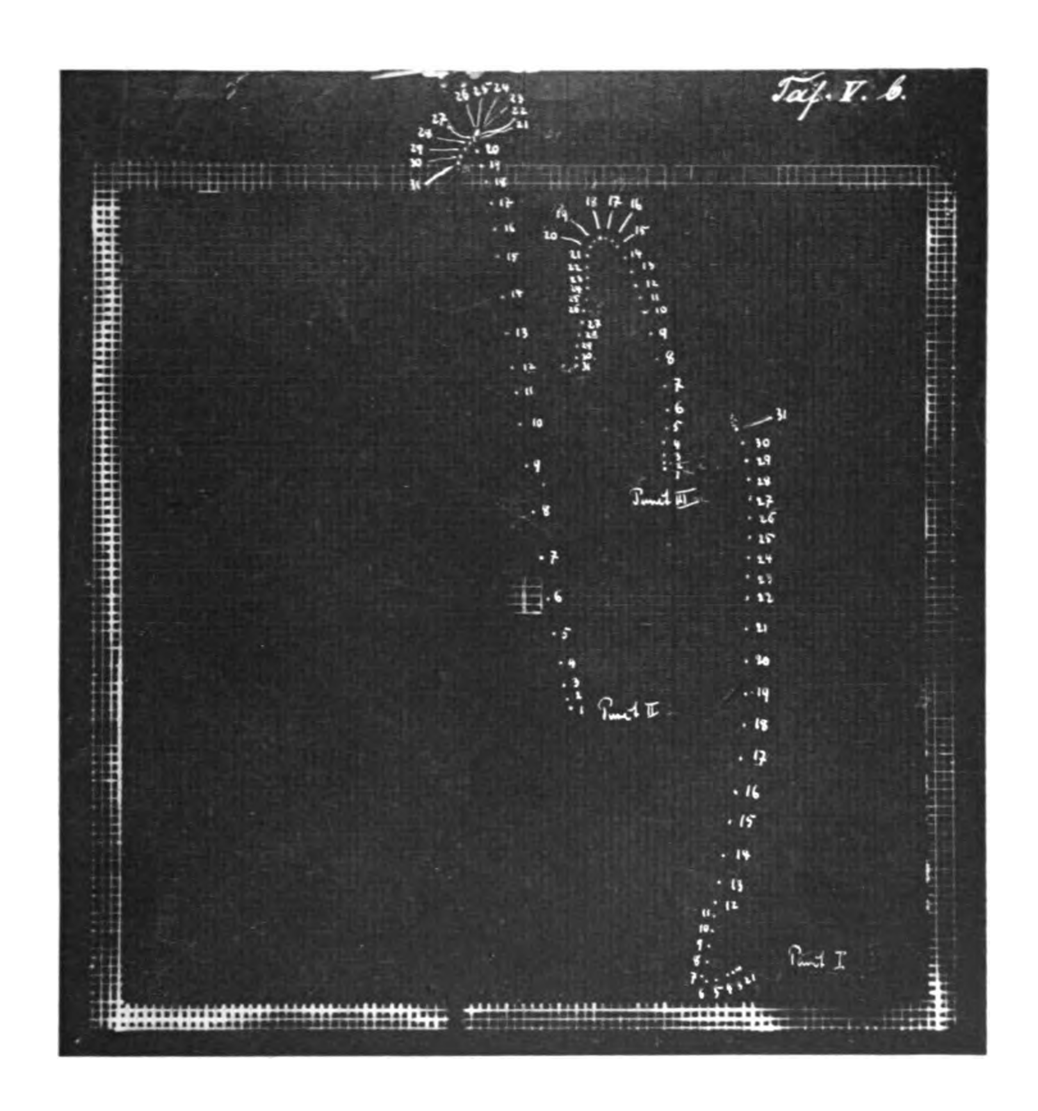
Pag. 34.



M. I. Versuch.

Projection auf die YZ-Ebene.

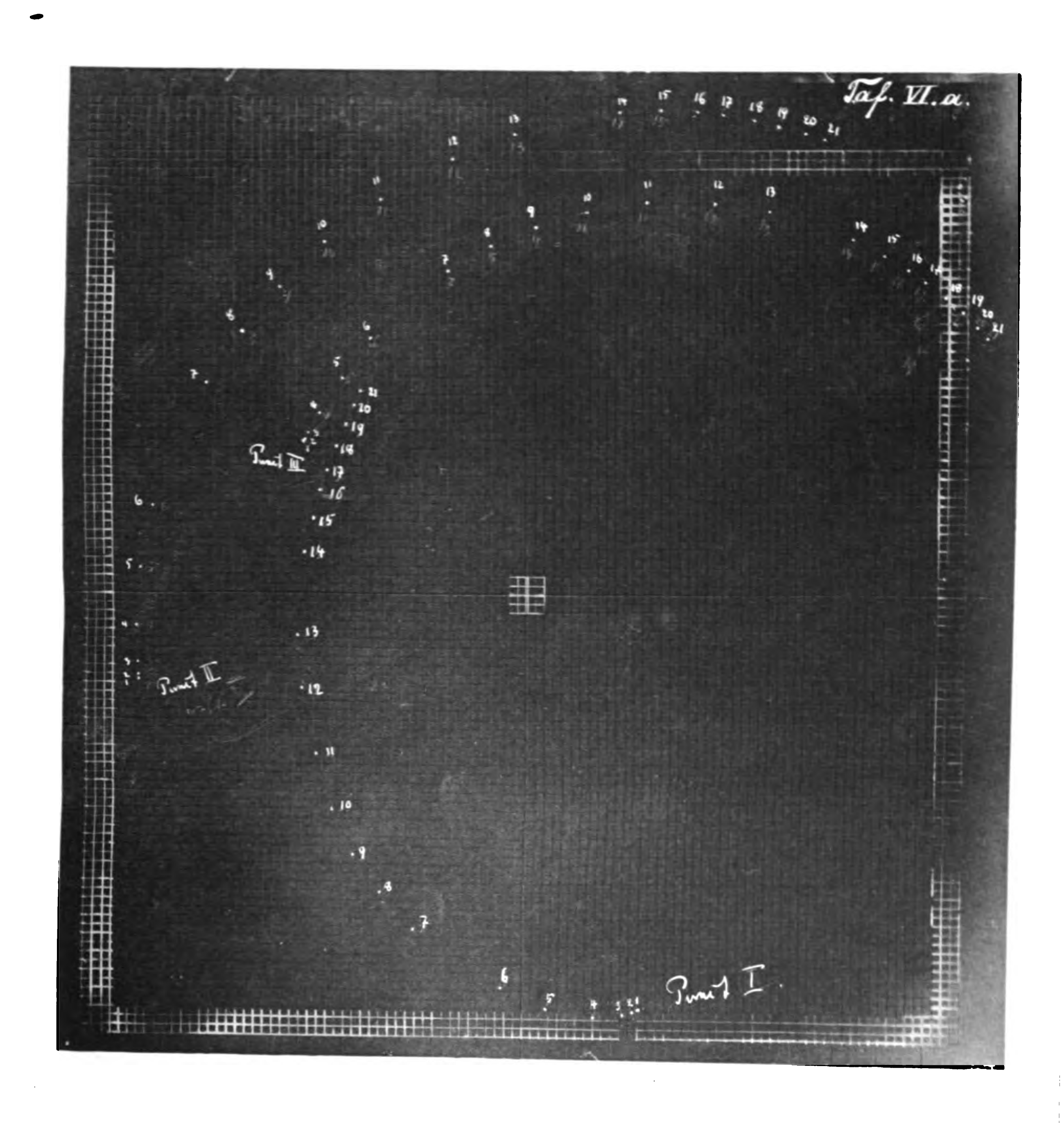
Tabelle III. Pag. 28.



M. I. Versuch.

Projection auf die XZ-Ebene.

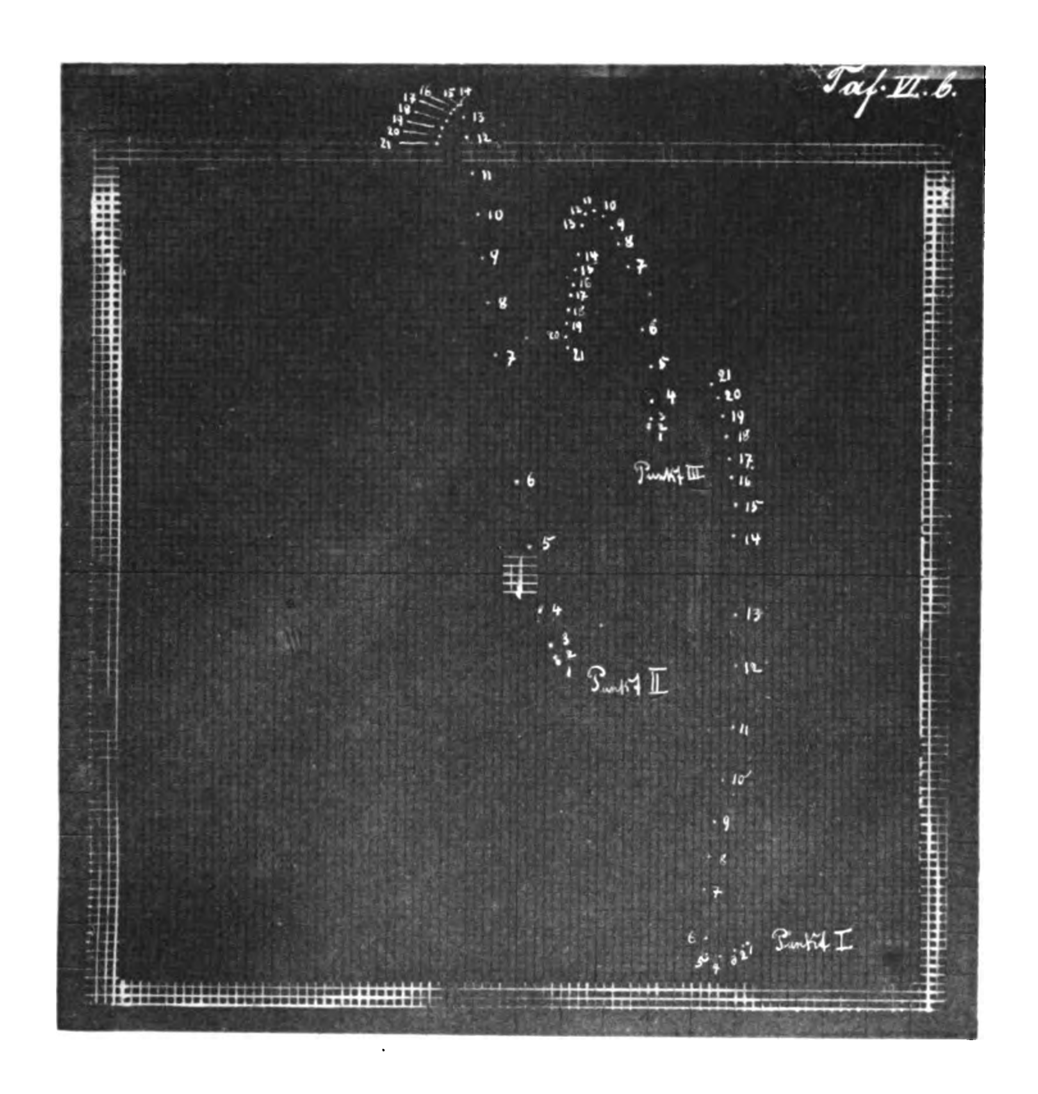
Tabelle III. Pag. 28.



M. II. Versuch.

Projection auf die YZ-Ebene.

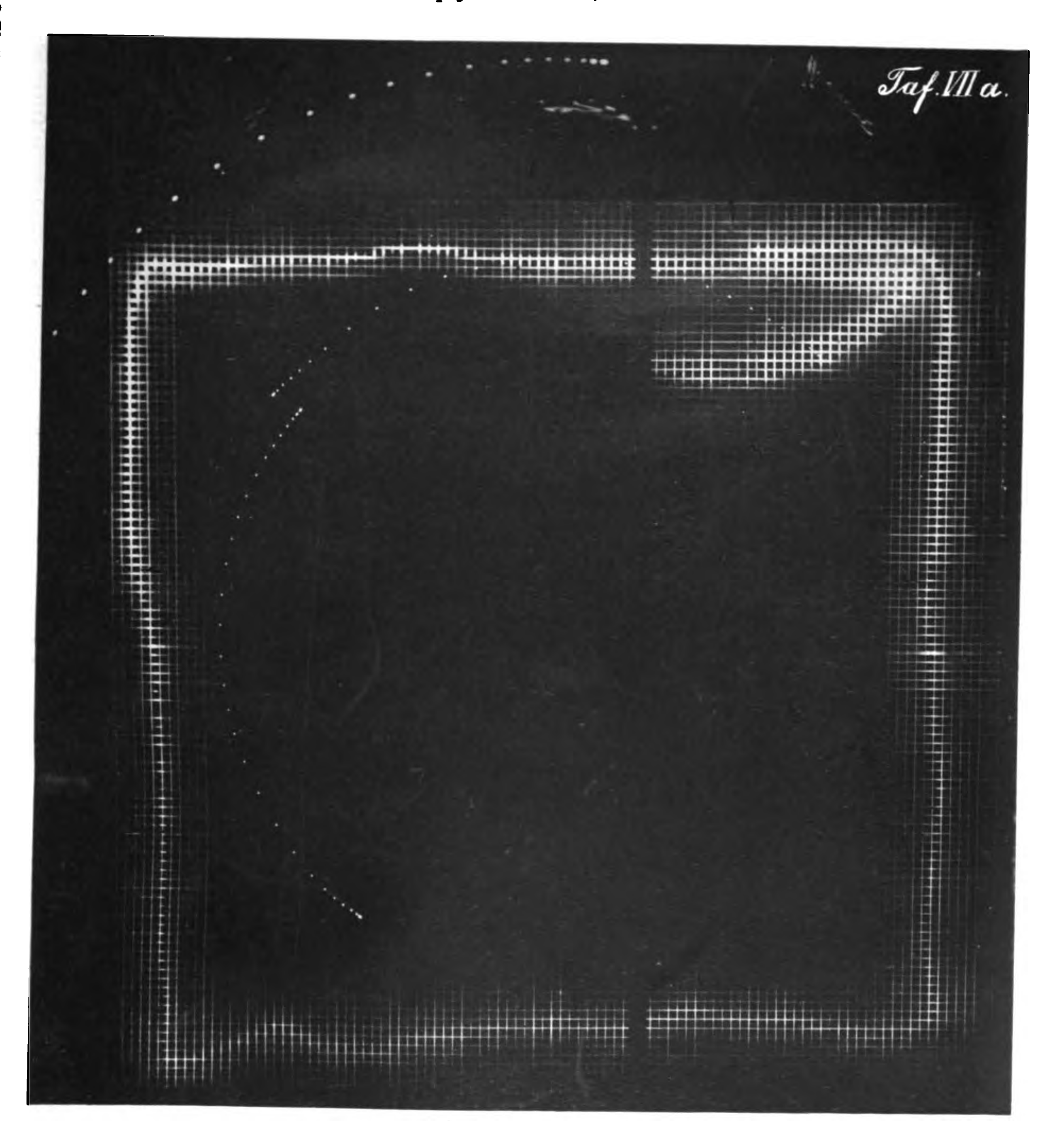
Tabelle IV. Pag. 29.



M. II. Versuch.

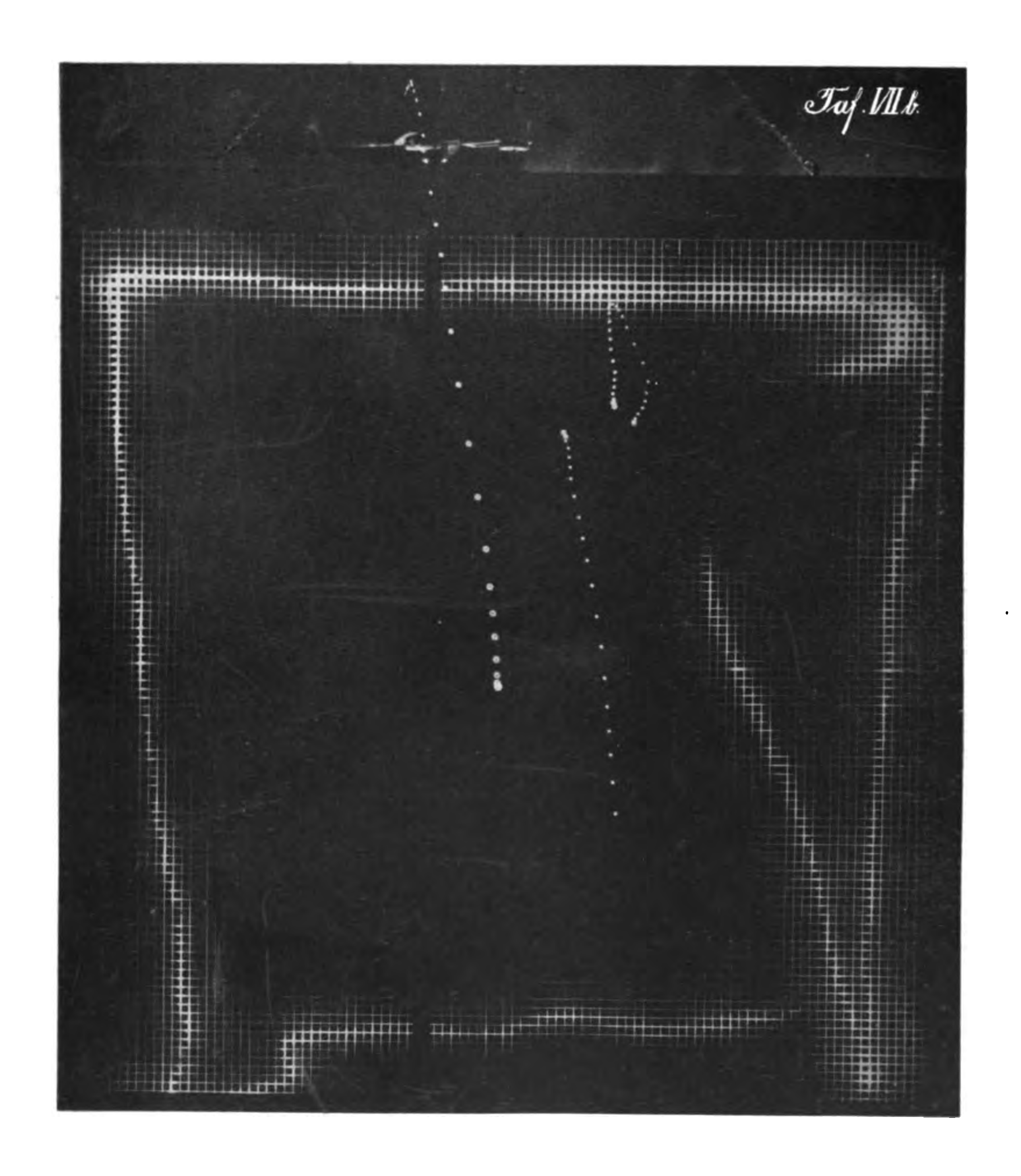
Projection auf die XZ-Ebene.

Tabelle IV. Pag. 29.



Projection der Cadmiumfunken auf die YZ-Ebene.

Pag. 19.



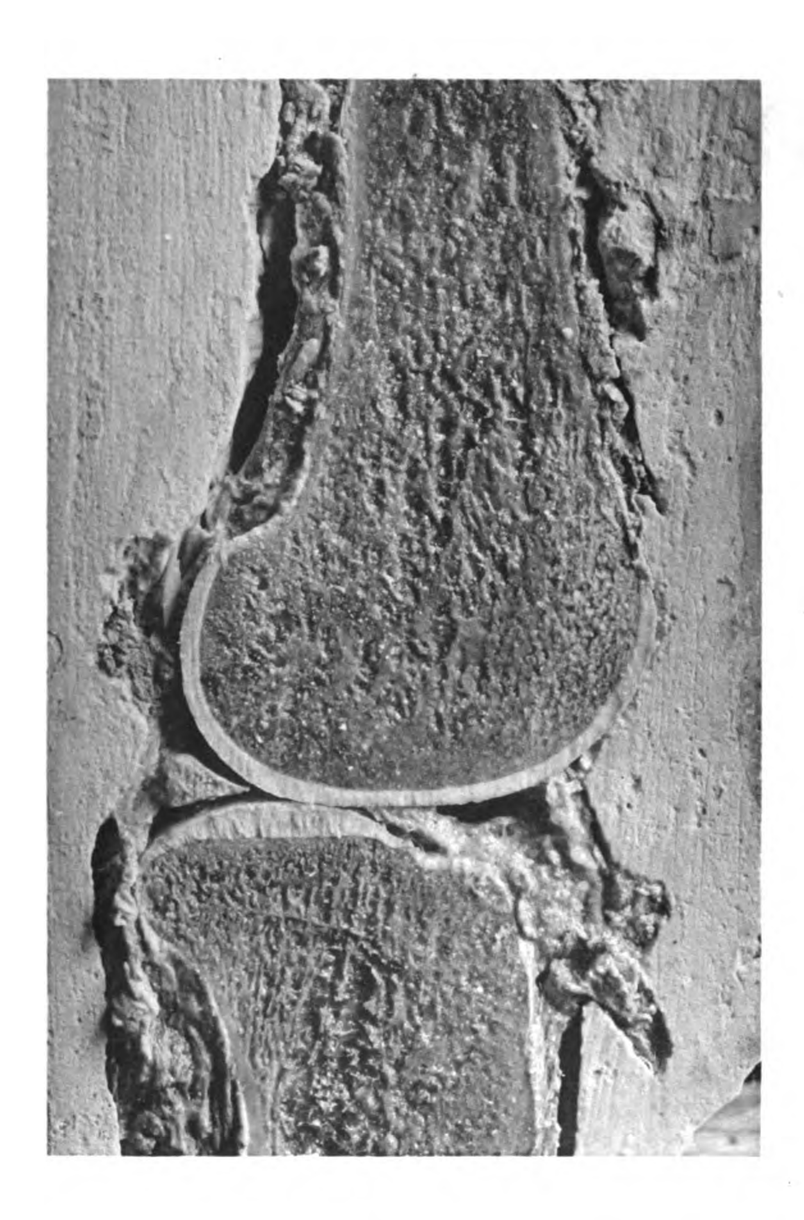
Projection der Cadmiumfunken auf die XZ-Ebene.

Pag. 19.



Sagittalschnitt durch das Cubitalgelenk des Pferdes.

Pag. 8.



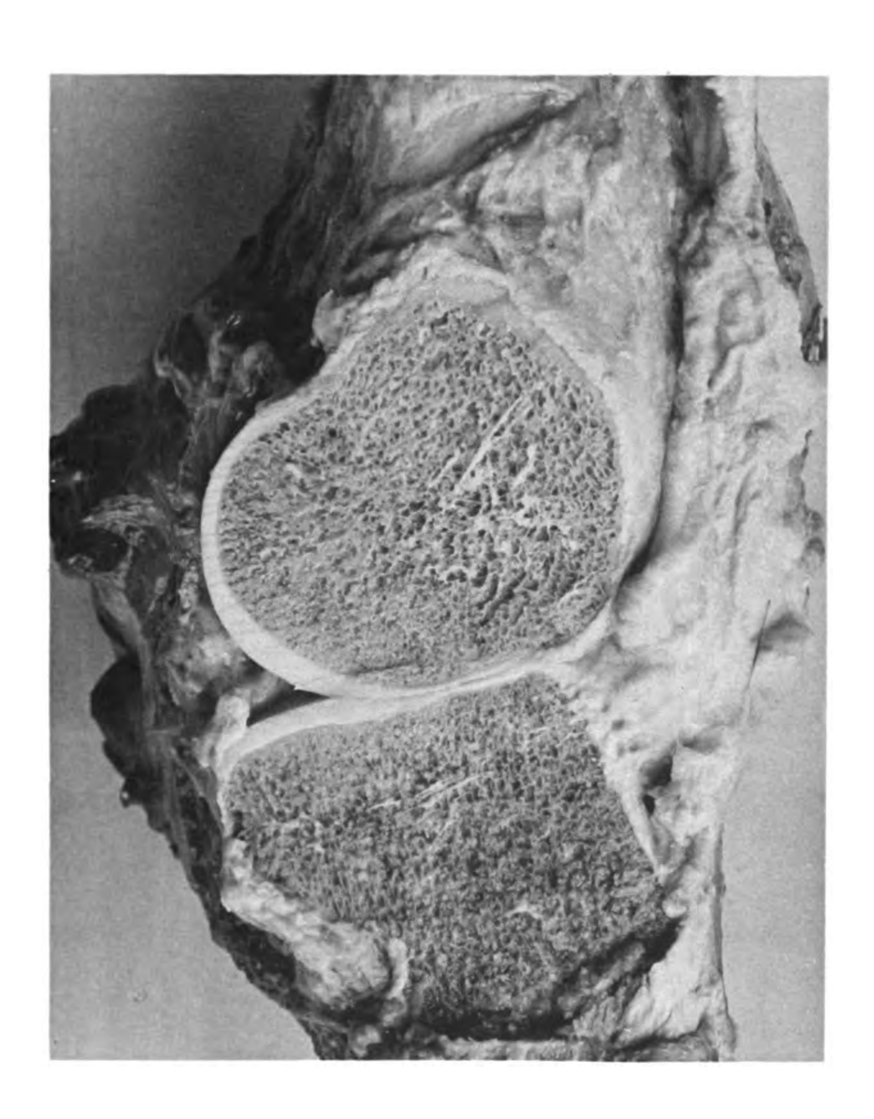
Sagittalschnitt durch die äusseren Condylen eines menschlichen Kniegelenks, ohne Pressung. Rechtes Bein, Individuum A.

Pag. 9.



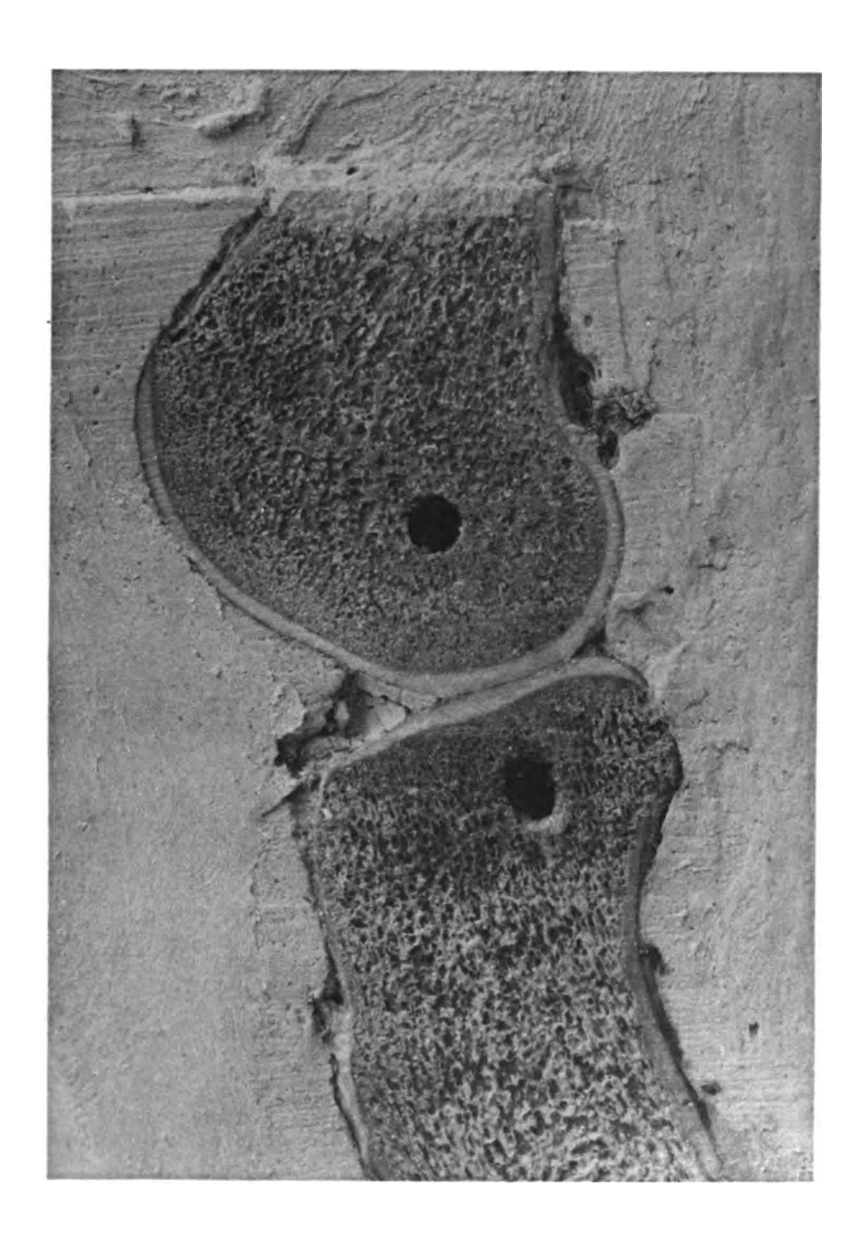
Sagittalschnitt durch die äusseren Condylen eines menschlichen Kniegelenks, mit Pressung. Linkes Bein, Individuum A.

Pag. 9.



Sagittalschnitt durch die äusseren Condylen eines menschlichen Kniegelenks, mit Pressung. Individuum B.

Pag. 9.



Sagittalschnitt durch die äusseren Condylen eines menschlichen Kniegelenks, in Beugestellung, mit Pressung. Individuum C.

Pag. 9.

MIKROMETRISCHE VERMESSUNG

DES

STERNHAUFENS Σ 762

AUSGEFÜHRT

AM ZWÖLFFÜSSIGEN AEQUATOREAL DER LEIPZIGER STERNWARTE

VON

REINHOLD HAHN.

Des XVII. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N⁰ III.

MIT EINER TAFEL.

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1891.



Vorgetragen in der Sitzung am 1. August 1890.
Das Manuscript eingeliefert am 28. November 1890.
Der Abdruck vollendet am 26. März 1891.

MIKROMETRISCHE VERMESSUNG

DES

STERNHAUFENS Σ 762

AUSGEFÜHRT

AM ZWÖLFFÜSSIGEN AEQUATOREAL DER LEIPZIGER STERNWARTE

VON

REINHOLD HAHN.

MIT EINER TAFEL.

Der im Folgenden behandelte Sternhaufen ist in keinem der vorhandenen Cataloge gesondert aufgeführt. Der Grund hierfür ist entweder, dass er in der sternreichen Gegend, in welcher er sich befindet, nicht auffällig genug hervortritt, oder dass er immer nur als Theil des Sternhaufens G. C. 1440 angesehen worden ist. Seine unmittelbare Nachbarschaft mit diesem Objecte, das von Herrn Dr. Peter[1]) in den Jahren 1879 und 1882 hier in Leipzig mit dem 8zölligen Refractor vermessen worden ist, war die Veranlassung, dass er von mir zur mikrometrischen Ausmessung gewählt wurde.

Die hier vorliegenden Messungen wurden schon im Winter 1885/86 begonnen und im nächsten Jahre fortgesetzt, doch ergab die Reduction dieser Beobachtungen bei geringer Anzahl von Messungen zu wenig übereinstimmende Resultate, als dass aus ihnen genügend sichere Sternpositionen hätten abgeleitet werden können. Herr Professor Bruns hatte daher die Freundlichkeit, das Instrument in mehreren Theilen einer Durchsicht unterwerfen zu lassen; nach Beendigung derselben wurden die Messungen im Winter 1888/89 wieder aufgenommen.

Das Instrument selbst ist aus früheren Publicationen hinreichend bekannt[2]); es sollte nach Beendigung der vorliegenden Messungsreihe abgenommen werden, um einem neuen Refractor Platz zu machen. Die Reparaturen beschränkten sich deshalb auf das Nothwendigste;

---

1) Bruno Peter, Monographie der Sternhaufen G. C. 4460 etc. Abhandl. d. Königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. XV, No. I.

2) H. C. Vogel, Beobachtungen von Nebelflecken und Sternhaufen. Leipzig, 1867. — H. C. Vogel, Der Sternhaufen χ Persei. Leipzig, 1878. — G. Koch, Mikrometrische Vermessung des Sternhaufens Herschel 1712. Leipzig, 1876. Vgl. übrigens auch Anm. 1).

ebenso wurden verschiedene Aenderungen, die zum Theil als Vorversuche für die Einrichtung des neuen Refractors dienen sollten, nur in ganz provisorischer Art ausgeführt. Dieser Umstand hat die Güte der Messungen, wie sich später ergeben wird, stellenweise merklich beeinflusst; bei der angegebenen Lage der Dinge liess sich dies jedoch nicht ändern. Der Klemmarm der Stundenaxe war ursprünglich nur mit Reibung ohne jede Sicherung aufgekeilt gewesen; der Arm hatte sich gelöst und wurde jetzt mit mehreren Schrauben festgesetzt. Damit war die lange Jahre hindurch unbrauchbar gewesene Feinbewegung in AR wieder wirksam gemacht. Das Uhrwerk hatte schon früher abgenommen werden müssen; als eine Art Ersatz hierfür wurde auf die Triebschraube des Uhrkreises ein Schnurlauf ohne Ende gesetzt, der zum Ocular reichte und sowohl rasche als langsame Bewegungen in AR gestattete. Der Ocularauszug erhielt eine Theilung mit Bewegungsschraube, um bequemer als bisher focusiren zu können. Die Nonien des Positionskreises wurden um ca. 90° versetzt, um eine etwas bequemere Ablesung zu erhalten. Das Mikrometer wurde gereinigt und ein neues Fadennetz aufgezogen, über das weiterhin das Nähere angegeben ist. Erwähnt mag noch werden, dass die sehr ausgiebige Beleuchtung des Mikrometers bei dem einen der Oculare im hellen Felde am Rande einen grossen dunkeln Fleck zeigte, welcher verschwand, als die Oeffnung des Augendeckels etwas grösser gebohrt wurde.

Die Untersuchung des Mikrometers wurde zunächst nur auf die Ausmessung des Netzes und die Ermittelung eines provisorischen Werthes einer Schraubenrevolution erstreckt, weil die für die eigentliche Ausmessung des Objects verfügbare Zeit nur knapp bemessen war.

Vorliegende Arbeit enthält im Wesentlichen nur die neueren Messungen, d. h. die des Winters 1888/89. Die älteren, also diejenigen, welche in den Jahren 1885 bis 87 angestellt worden waren, sind nur insoweit mit hinzugezogen worden, als sie sich mit den neueren in Uebereinstimmung befanden und vollständig einwurfsfrei waren. Es beziehen sich daher auch fast alle Angaben über die Beobachtungsart und den Plan der Beobachtung auf die neueren Messungsreihen, während über die älteren nur soviel hinzugefügt wurde, als zum Verständniss unumgänglich nothwendig ist.

I. Untersuchung des Mikrometers.

a. Das Fadennetz.

Das Mikrometer in seiner neuen Gestalt bestand aus nur einer beweglichen Fadenplatte mit 2 aufeinander senkrechten Fadensystemen von 9 und 3 Fäden, von denen das letztere der Schraubenaxe parallel war. Es war also kein fester Faden vorhanden. — Es sollten bei den Messungen nur so wenig Schrauben-Revolutionen als möglich benutzt werden; deshalb erhielten die 9 Fäden folgende Anordnung: Bezeichne ich sie mit den Nummern 1 bis 9, wobei Faden 1 der Schraube zunächst liegt, und nehme ich für den Augenblick ein Intervall von 2 Revolutionen als Längen-Einheit an, so hatten die ersten sechs Fadenpaare (1, 2) bis (6, 7) die Distanz 1, das Paar 7—8 die Distanz 8, und das Paar 8—9 die Distanz 7. Durch diese Anordnung der Fäden konnte man mit dem Netze alle Distanzen von der Grösse 1—21, also von 1—42 Schrauben-Revolutionen messen, ohne die Schraube um mehr als höchstens zwei Umdrehungen bewegen zu müssen. Im Folgenden ist die oben angenommene Bezeichnung der Fäden durchweg beibehalten worden. Die zu diesen 9 Fäden senkrechten 3 Fäden sollen mit *A*, *B*, *C* bezeichnet werden; *A* ist der oberste Faden, wenn Faden 1 links sich befindet, vom Ocular aus gesehen.

Zur Bestimmung der Intervalle 1—9 wurde dieses Fadensystem auf der Theilmaschine ausgemessen. Die hierzu benutzte Theilmaschine ist von HILDEBRAND und SCHRAMM in Freiberg gebaut; an ihrem Schlitten war mittelst einer senkrechten Säule und eines wagerechten geschlitzten Armes mit Gelenk ein mit Fadenmikrometer versehenes Ablesemikroskop angebracht worden. Die Ausmessung geschah folgendermassen: Der Index der Theilmaschine wurde auf eine runde Ablesung eingestellt und darauf mittelst der Mikrometerschraube des Mikroskopes der Mikroskop-Faden und der Faden des Netzes, mit dem die Messung begonnen werden sollte, zur Deckung gebracht. Hierauf wurden dann der Reihe nach die Fäden des Netzes mittelst der Schraube der Theilmaschine eingestellt und die Reihe in umgekehrter Ordnung wiederholt, nachdem zuvor der Anfangspunkt an der Messschraube der Theilmaschine um 0.5^r verstellt und die Conicidenz der beiden Fäden mittelst der Schraube am Mikroskop wieder hergestellt wor-

den war. Es wurde längs der 3 Querfäden *A*, *B*, *C*, und zwar in der Ordnung *B*, *A*, *C*, *B* gemessen. In Tab. 1 sind die Resultate, nach diesen Fäden geordnet, aufgeführt.

Tabelle 1.

Messungen an Faden B.

1889	1+ 3100	2+ 2590	3+ 2120	4+ 1630	5+ 1080	6+ 610	7+ 110	8− 3870	9− 7390	
Oct. 20	+5.7	+1.7	−2.8	+5.2	−2.8	−3.3	+5.7	+0.2	+0.7	dunkles Feld
	+6.5	+3.0	−3.5	+6.5	−4.0	−1.0	+6.0	−1.5	−2.0	
Oct. 20	+2.1	+1.1	−3.9	+5.6	−1.9	−0.9	+5.6	−0.4	+3.1	
	+2.9	−0.1	−0.6	+4.4	−0.6	−2.6	+8.9	+0.9	−3.1	
Oct. 21	+1.9	+2.9	−3.1	+6.4	−3.1	+0.9	+6.9	−0.1	−2.6	
	+1.4	−0.6	−2.6	+3.9	−1.6	−0.1	+6.9	+4.9	−2.6	
Oct. 21	+3.6	+3.1	+0.1	+2.6	−2.9	−2.4	+1.6	+5.1	−0.4	helles Feld
	+0.5	+1.5	+1.0	+5.5	−4.5	−0.5	+5.5	+0.5	+0.5	
Oct. 21	+0.7	+2.2	−1.8	+7.2	−1.3	+0.2	+4.7	−0.3	−1.3	
	+2.6	+1.6	−3.4	+7.1	−0.9	−0.9	+5.6	−0.4	−0.9	
Oct. 22	−1.1	+2.8	−1.2	+4.8	−3.2	−1.7	+8.3	+3.3	−1.7	
	−1.2	+1.8	−9.7	+4.8	+2.8	−0.2	+8.3	+4.8	−1.7	
H	+3.4	+1.3	−2.7	+5.3	−2.3	−1.2	+6.7	+0.7	−1.1	
D	+0.9	+2.2	−2.5	+5.3	−1.7	−0.9	+5.7	+2.2	−0.9	
H−D	+2.5	−0.9	−0.2	0.0	−0.6	−0.3	+1.0	−1.5	−0.2	
Mittel	+2.1	+1.8	−2.6	+5.3	−2.0	−1.0	+6.2	+1.4	−1.0	
	±0.68	±0.34	±0.78	±0.39	±0.56	±0.36	±0.56	±0.69	±0.51	
	±2.37	±1.19	±2.71	±1.36	±1.94	±1.24	±1.95	±2.41	±1.76	

Messungen an Faden A.

1889	1+ 3100	2+ 2590	3+ 2120	4+ 1630	5+ 1080	6+ 610	7+ 110	8− 3870	9− 7390	
Oct. 20	+8.0	+6.5	−1.5	+1.5	− 9.0	−4.5	+1.5	+4.0	+3.5	dunkles Feld
Oct. 20	+8.8	+6.3	−2.2	+0.8	−11.2	−2.7	−1.7	+3.3	+8.8	
Oct. 21	+9.9	+5.4	−2.6	+1.9	−10.6	−2.1	−1.6	+3.9	+5.9	
Oct. 21	+8.1	+7.6	−2.4	+2.6	−10.9	−3.4	−0.9	+3.1	+6.1	helles Feld
Oct. 21	+9.0	+8.0	−2.5	+2.0	−11.5	−4.0	−0.5	+3.5	+6.0	
Oct. 22	+8.1	+6.1	−1.4	−4.4	− 8.4	−4.4	+1.6	+6.1	+6.6	
H	+8.9	+6.1	−2.1	+1.4	−10.3	−3.1	−0.6	+3.7	+6.1	
D	+8.4	+7.2	−2.1	+0.1	−10.3	−3.9	+0.1	+4.2	+6.2	
H−D	+0,5	−1.1	0.0	+1.3	0.0	+0.8	−0.7	−0.5	−0.1	
Mittel	+8.7	+6.7	−2.1	+0.7	−10.3	−3.5	−0.3	+4.0	+6.1	
	±0.30	±0.39	±0.22	±0.33	± 0.52	±0.24	±0.35	±0.21	±0.32	
	±0.74	±0.99	±0.52	±2.58	± 1.26	±0.97	±1.48	±1.09	±1.69	

Messungen an Faden C.

1888	1+ 3100	2+ 2590	3+ 2120	4+ 1630	5+ 1080	6+ 610	7+ 110	8− 3870	9− 7390	
Oct. 20	−3.9	−4.9	−2.9	+7.6	+7.1	+1.1	+13.1	+0.6	− 7.4	dunkles Feld
Oct. 20	−5.8	+0.7	−3.3	+6.7	+8.7	−1.8	+13.2	+0.2	− 8.3	
Oct. 21	−2.6	−4.6	+0.9	+7.9	+9.9	−0.6	+12.4	−2.1	−11.1	
Oct. 21	−4.6	−1.6	−1.1	+8.4	+6.9	+1.4	+11.9	−4.1	− 7.6	helles Feld
Oct. 21	−2.2	−3.7	+0.3	+5.8	+8.3	−0.7	+12.8	−0.2	−10.7	
Oct. 22	−5.2	−2.7	−2.2	+8.3	+9.3	+0.3	+11.8	−0.2	− 9.2	
H	−4.1	−2.9	−1.8	+7.4	+8.6	−0.4	+12.9	−0.4	− 8.9	
D	−4.0	−2.7	−1.0	+7.5	+8.2	+0.3	+12.2	−1.5	− 9.2	
H−D	−0.1	−0.2	−0.8	−0.1	+0.4	−0.7	+ 0.7	+1.1	+ 0.3	
Mittel	−4.0	−2.8	−1.4	+7.5	+8.4	0.0	+12.5	−1.0	− 9.1	
	±0.58	±0.86	±0.70	±0.41	±0.49	±0.49	± 0.23	±0.73	± 0.64	
	±1.43	±2.11	±1.72	±1.01	±1.19	±1.21	± 0.57	±1.79	± 1.57	

Diese Tabellen geben die Messungsresultate nicht direct, sondern vermehrt oder vermindert um eine dem schliesslichen Mittelwerthe naheliegende Zahl, sodass also statt — 3103.9 gegeben ist: — 3103.9 + 3100 = — 3.9. Die betreffenden Hilfsgrössen sind in den Köpfen der Columne angegeben. Als Einheit ist $\mu = 0.001$ mm angenommen. Die Zahlen sind die Mittel aus je 2 Messungen und geben die Entfernungen der einzelnen Fäden von einem ideellen Mittelfaden an, der durch den Schwerpunkt des Systemes gehen würde. Die Messungen wurden bei hellem Felde und mit hellen Fäden in dunklem Felde ausgeführt.

Die 3 Theile der Tab. 1 enthalten in den ersten 12, resp. 6 Zeilen die Messungsresultate. Die Werthe für denselben Faden stehen untereinander. Die sechstletzte Zeile enthält die Mittel aus den Beobachtungen mit Fäden-, die fünftletzte diejenigen aus Beobachtungen mit Feld-Beleuchtung, die viertletzte Zeile die Differenz hell minus dunkel. Die 3 noch übrigen Zeilen enthalten der Reihe nach die Gesammt-Mittel, die mittleren Fehler von diesen und die mittleren Fehler eines Einzelwerthes.

Im Folgenden sind die Differenzen »Hell minus Dunkel« zusammengestellt.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	+2.5	−0.9	−0.2	+0.0	−0.6	−0.3	+1.0	−1.5	−0.2
A	+0.5	−1.1	+0.0	+1.3	+0.0	+0.8	−0.7	−0.5	−0.1
C	−0.1	−0.2	−0.8	−0.1	+0.4	−0.7	+0.7	+1.1	+0.3





Sie zeigen rein zufälliges Verhalten, sodass es gerechtfertigt ist, einfach die Mittel der Beobachtungen »Hell« und »Dunkel« zu nehmen.

An den in Tab. 1 gegebenen mittleren Fehlern fällt auf, dass sie sowohl im Allgemeinen sehr verschieden gross sind, als auch dass die Durchschnittswerthe derselben für die Messungen an den Fäden *A*, *B*, *C* ziemlich stark von einander abweichen, besonders dass der durchschnittliche m. F. der Mittelwerthe für Messungen an *B*, trotzdem die Anzahl der Messungen hier die doppelte von denen an den andern Fäden war, grösser ist, als der für die Messungen an *A*. Die durchschnittlichen mittleren Fehler sind:

	für einen Werth	für ein Mittel
für Messungen an *A*	$\pm 1.26\,\mu$	$\pm 0.32\,\mu$
» » » *B*	± 1.88 »	± 0.54 »
» » » *C*	± 1.40 »	± 0.57 »

Als Ursache für die zuerst genannten Unregelmässigkeiten darf man wohl die improvisirte Befestigung des Einstellungs-Mikroskopes an der Theilmaschine ansehen, die kaum genügend stabil war; sonst müssten bei der anscheinenden Schärfe der Einstellungen die einzelnen Reihen in sich besser übereinstimmen. Für die Verschiedenheit der mittleren Fehler der Messungen an *A*, *B*, *C* weiss ich keinen Grund anzugeben. — Der mittlere Fehler eines Einzelwerthes, berechnet aus allen 216 Werthen, ist $\pm 1.72\,\mu = \pm 0''.091$, also der einer Einstellung $\pm 2.43\,\mu = \pm 0''.129$[1]).

Um nun definitive Werthe für die Faden-Abstände zu erhalten, bildete ich, da sich die Fäden *A* und *C* in genügend gleichen Abständen vom Faden *B* befinden, die Werthe $\frac{1}{2}\left(B + \frac{A+C}{2}\right)$ für jeden Faden. Dies darf geschehen, da *B* auf der doppelten Anzahl von Messungen wie *A* und *C* beruht, also *B* und $\frac{A+C}{2}$ gleiche Gewichte haben. Der Faden *A* ist zwar um 17 Bogen-Minuten gegen den Faden *B* geneigt, doch giebt dies selbst für die grösste Distanz, $7396.1\,\mu$, nur $0.1\,\mu$ aus, einen Betrag, der vernachlässigt werden kann. Zugleich bilde ich noch die Werthe: $A - C$ und $B - \frac{A+C}{2}$.

1) Bei der Verwandlung von Mikrons in Bogensecunden ist $1\,\mu = 0''.053$ angenommen. (Siehe S. 162.)



Tabelle 2.

	A	C	$\frac{A+C}{2}$	B	$\frac{1}{2}\left(B+\frac{A+C}{2}\right)$	$B-\frac{A+C}{2}$	$C-A$	m. F.
1	−3091.3	−3104.0	−3097.6	−3097.9	−3097.7	−0.3	−12.7	±0.38
2	−2583.3	−2592.8	−2588.0	−2588.2	−2588.1	−0.2	− 9.5	±0.29
3	−2122.1	−2121.4	−2121.7	−2122.6	−2122.1	−0.9	+ 0.7	±0.43
4	−1629.3	−1622.5	−1625.9	−1624.7	−1625.3	+1.2	+ 6.8	±0.23
5	−1090.3	−1071.6	−1080.9	−1082.0	−1081.4	−1.1	+18.7	±0.33
6	− 613.5	− 610.0	− 611.7	− 611.0	− 611.4	+0.7	+ 3.5	±0.23
7	− 140.3	− 127.5	− 133.9	− 133.8	− 133.8	+0.1	+12.8	±0.30
8	+3874.0	+3869.0	+3871.5	+3871.4	+3871.4	−0.1	− 5.0	±0.39
9	+7396.1	+7380.9	+7388.5	+7389.0	+7388.7	+0.5	−15.2	±0.31

Die Werthe $\frac{1}{2}\left(B+\frac{A+C}{2}\right)$ sollen fernerhin als definitive Werthe der Faden-Abstände in Mikrons gelten[1]). Als Maass ihrer Genauigkeit können einerseits die Werthe $B-\frac{A+C}{2}$ dienen, die ja eigentlich gleich Null sein müssten. Andrerseits wurden aber auch noch die mittleren Fehler für $\frac{1}{2}\left(B+\frac{A+C}{2}\right)$ berechnet aus den mittleren Fehlern für B, A und C. Sie befinden sich in Tab. 2 in der letzten Columne. Ihnen nach zu urtheilen scheinen die Endresultate für die einzelnen Fäden ziemlich gleiche Genauigkeit zu besitzen. Der durchschnittliche mittlere Fehler für eine dieser Faden-Distanzen, $\pm 0.32\,\mu = \pm 0''.017$, ist so gering, wie er nur durch eine grössere Anzahl von solchen Messungsreihen zu erlangen ist, die sonst zur Bestimmung von Faden-Distanzen angewendet werden. — Aus dem oben gegebenen m. F. einer Einstellung berechnet sich übrigens der m. F. einer definitiven Distanz in guter Uebereinstimmung mit dem oben gegebenen Werthe zu $\pm 0.35\,\mu$.

Um diese Faden-Distanzen weiterhin brauchbar zu machen, erübrigt noch, den Werth eines Mikrons in Bogen-Secunden zu bestimmen. Dies geschah mittelst Sterndurchgängen auf folgende Weise. Ist t_α die Zeit des Durchganges eines Sternes durch den Faden α, t_0 diejenige des Durchganges durch den ideellen Mittelfaden, und ist der Abstand des Fadens α vom ideellen Mittelfaden in Mikrons m_α, δ die Declination, so erhält man

$$t_\alpha - t_0 = m_\alpha \,.\, y \,.\, \sec\delta$$

1) Die weitere Rechnung selbst wurde für die Fäden 2, 3, 7, 8, 9 mit Werthen ausgeführt, die um 0.1 μ grösser sind.

oder für die Summe aller Fäden nach der CAUCHY'schen Ausgleichungsmethode

$$\Sigma[t_\alpha - t_0] = y \cdot \sec\delta \cdot \Sigma[m_\alpha].$$

Von den in eckige Klammern eingeschlossenen Werthen sind hier die absoluten Beträge zu summiren. y giebt dann die Beziehung zwischen Mikrons und Zeit- resp. Bogen-Secunden. Zu Anfang und zu Ende der ganzen neueren Beobachtungsreihe wurde eine derartige Bestimmung von y ausgeführt mittelst Durchgängen von Sternen zwischen 60° und 70° Declination innerhalb der Stundenwinkel — $0^h.5$ und + $0^h.5$ in beiden Lagen des Mikrometers. Von jedem Stern wurden 8 Durchgänge genommen.

1888 Oct. 28.

*	Schr. Lage	$\Sigma(t_\alpha - t_0)$		1000 y
η Cephei	links	$167^s.379$		$3^s.5564$
α Cephei	»	171.223		3.5549
α Cephei	rechts	171.198		3.5547
24 Cephei	»	256.340	$= 22^{mm}.5204\, y \cdot \sec\delta$	3.5556
24 Cephei	links	256.633		3.5596
γ Cassiop.	»	160.647		3.5542
ε Cassiop.	»	176.934		3.5512
ι Cassiop.	rechts	204.022		3.5545

Mittel $3^s.55514 \pm 0^s.00066$
m. F. einer Bestimmung ± 0.00235

1889 April 29.

*	Schr. Lage	$\Sigma(t_\alpha - t_0)$		1000 y
d Urs. maj.	rechts	$237^s.959$		$3^s.5581$
30 H. Urs. maj.	links	197.866		3.5552
30 H. Urs. maj.	rechts	197.978		3.5572
α Urs. maj.	»	172.670	$= 22^{mm}.5204\, y \sec\delta$	3.5577
α Urs. maj.	links	172.305		3.5502
δ Urs. maj.	»	149.570		3.5537
76 Urs. maj.	»	178.108		3.5505
76 Urs. maj.	rechts	178.390		3.5561

Mittel $3^s.55485 \pm 0^s.00109$
m. F. einer Bestimmung ± 0.00311

Bilde ich zunächst bei beiden Reihen die Differenzen der Mittelwerthe der Durchgänge bei Schraube »rechts« und »links«, so erhalte ich

	1888 Oct. 28	1889 April 29
»rechts« minus »links«	— $0^s.0003$	+ $0^s.0049$

Die Differenz bei der zweiten Beobachtungsreihe ist sehr beträchtlich. Man könnte vielleicht vermuthen, dass die Positionskreis-Einstellung bei »Schraube rechts« immer bedeutend anders gewesen ist, als bei »Schraube links«, dass also die Fäden in der einen Lage nicht senkrecht zur Richtung der täglichen Bewegung gestanden haben. Die Positionskreis-Ablesungen waren am 29. April 1889 folgende:

Schr. rechts		Schr. links	
d Urs. maj.	137° 22'.7	30 H. Urs. maj.	317° 24'.0
30 H. Urs. maj.	137 22.7	α Urs. maj.	317 26.0
α Urs. maj.	137 22.7	δ Urs. maj.	317 26.0
76 Urs. maj.	137 24.5	76 Urs. maj.	317 26.0
Mittel:	137° 23'.1		317° 25'.5

Der Unterschied ist zu unbedeutend, als dass man ihm die Schuld an der Abweichung geben könnte, und die Frage nach der Ursache obiger Erscheinung muss offen bleiben. Diese Differenz »Rechts minus Links« ist auch für das Resultat ohne Bedeutung, da die Vertheilung der Beobachtungen auf beide Lagen der Schraube gleichmässig ist. Die Uebereinstimmung der beiden Endresultate ist ja auch sonst eine genügend gute, da beide Werthe innerhalb der durch ihre mittleren Fehler gezogenen Grenzen liegen. Unter Berücksichtigung der aus den mittleren Fehlern sich ergebenden Gewichte würde ich also erhalten:

$$1\,\mu = 0\overset{s}{.}00355507 = 0\overset{''}{.}05332605.$$

Um einen Anhalt zu haben, ob eine oder die andere Fadendistanz in der Zwischenzeit sich verändert habe, wurden sie noch direct aus den beobachteten $t_\alpha - t_0$ berechnet.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	$-11\overset{s}{.}0129$	56	$-11\overset{s}{.}0052$	89	− 77	$-11\overset{s}{.}0127$	$-11\overset{s}{.}0118$	+ 2	−66
2	− 9.2077	52	− 9.2020	68	− 57	− 9.2014	− 9.2007	+63	+13
3	− 7.5439	47	− 7.5445	40	+ 6	− 7.5447	− 7.5441	− 8	+ 4
4	− 5.7714	55	− 5.7875	54	+161	− 5.7782	− 5.7777	−68	+98
5	− 3.8416	41	− 3.8509	28	+ 93	− 3.8445	− 3.8442	−29	+67
6	− 2.1752	53	− 2.1799	97	+ 47	− 2.1736	− 2.1734	+16	+65
7	− 0.4806	80	− 0.4676	69	−130	− 0.4760	− 0.4760	+46	−84
8	+13.7662	75	+13.7626	97	+ 36	+13.7637	+13.7626	−25	+ 0
9	+26.2672	73	+26.2672	66	+ 0	+26.2682	+26.2661	+10	−11

In dieser Tabelle stehen in Columne I die Fadennummern, in Col. II die Werthe $t_\alpha - t_0$ für 88 Oct. 28, in Col. IV dieselben Werthe für 89 Apr. 29, in Col. III und V die mittleren Fehler der Zahlen in



Col. II und IV, in Col. VI die Differenz II—IV, in Col. VII und VIII die mit den beiden Werthen für y berechneten Fadenabstände, in Col. IX und X die Differenzen der Columnen VII und II, resp. VIII und IV. Die Zahlen der Col. VI lassen nicht auf reelle Veränderungen in den Fadendistanzen schliessen. Die grösste Abweichung beträgt noch nicht 0ˢ02, dagegen der durchschnittliche mittlere Fehler einer Differenz in Col. VI, wie er sich mit den Werthen aus Col. III und V berechnet, ± 0ˢ009. — Es scheint aber bei der zweiten Beobachtungsreihe ein klein wenig anders focusirt gewesen zu sein, als bei der ersten, da die aus ihr erhaltenen Fadenabstände etwas grösser sind, als die andern. Es wurde zwar stets mit constantem Focus beobachtet, nachdem zu Beginn der Reihe an mehreren aufeinander folgenden Abenden durch Trennung feinerer Doppelsterne die Ablesung der Focusirungs-Scala für Einstellung auf den Brennpunkt ein für alle Mal bestimmt worden war. Doch da es wegen Beobachtung terrestrischer Marken öfters nothwendig war, den Ocular-Auszug weit herauszuschrauben, ist es möglich, dass bei der späteren der beiden hier in Frage kommenden Reihen die Einstellung eine etwas andere war, als bei der ersten. — Die Differenzen in den Columnen IX und X sind Werthe: Rechnung minus Beobachtung. Die aus ihnen berechneten mittleren Fehler einer Fadendistanz sind

für 1888 Oct. 28 ± 0ˢ0040,
für 1889 Apr. 29 ± 0.0061.

Also auch hiernach ist die erste Bestimmung die genauere. Mit aus diesen mittleren Fehlern berechneten Gewichten ergiebt sich beinahe identisch mit oben:

$$1\,\mu = 0^{s}00355505 = 0''05332575.$$

Es wurde fernerhin angenommen:

$$1\,\mu = 0^{s}00355506 = 0''0533290.$$

Die hiermit berechneten Faden-Distanzen vom Schwerpunkt sind:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
−165″20	−138″03	−113″17	−86″68	−57″67	−32″61	−7″14	+206″46	+394″04

Aus der oben angeführten Beziehung zwischen Millimeter und Bogenmaass würde sich die Brennweite des Fernrohrs zu 3867.72 mm berechnen mit einer Unsicherheit von 1.2 mm.

Die Werthe $C - A$ in Tabelle 2 wurden noch zur Bestimmung der Neigung der 9 Declinations-Fäden benutzt unter Zugrundelegung des Werthes 838″6 für den Abstand der Fäden A und C.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$C-A$	−12.7μ	−9.5μ	+0.7μ	+6.8μ	+18.7μ	+3.5μ	+12.8μ	−5.0μ	−15.2μ
α	−2′8	−2′1	+0′2	+1′5	+4′1	+0′8	+2′8	−1′1	−3′3
α'	−5′6	−4′9	−2′6	−1′3	+1′3	−2′0	0′0	−3′9	−6′1

Die α' sind die Winkel, welche die Fäden mit dem ideellen Mittelfaden bilden, die α ihre Winkel auf den fernerhin immer als Hauptfaden betrachteten Faden 7 bezogen. Denkt man sich alle 9 Fäden, jeden mit sich selbst parallel, in den Mittelpunkt des Mikrometers verlegt, so ist ein Winkel α positiv, wenn der betreffende Declinations-Faden nach einer höheren Ablesung am Positionskreis zeigt, als der Hauptfaden. Die obigen Vorzeichen der Winkel α' und α sind also umzukehreu, wenn man sie mit der Positionskreis-Theilung in Einklang bringen will, da diese von links über oben nach rechts geht. Mit diesen Vorzeichen sind aber dann die Winkel α zugleich die Correctionen, welche an die Positionskreis-Ablesung anzubringen sind, wenn das Fadennetz mit einem andern Faden als dem Hauptfaden auf den Parallel eingestellt ist, um sie auf die Einstellung mit dem Hauptfaden zu reduciren.

Zur genäherten Bestimmung der Abstände der Fäden A, B, C wurden 89 Mai 4 einige Durchgänge von φ Virg. registrirt. Die Durchgänge geschahen längs der Fäden 1, 7, 9 in der Reihenfolge 7, 1, 9, 7. Folgendes Täfelchen giebt die einzelnen Resultate und die Zahl der Durchgänge.

	$A-B$		$B-C$	
Fad. 7	28ˢ197	8	27ˢ764	8
1	28.100	8	27.802	9
9	28.256	9	27.732	9
7	28.080	6	27.874	5

Diese Werthe sind noch mit $\cos\delta$ zu multipliciren. Da anzunehmen war, dass auch die Fäden A, B, C nicht parallel seien, und da die Abstände der Fäden 1 und 9 vom Hauptfaden 7 nicht gleich sind, wurden obige Zahlen einer kleinen Ausgleichung unterworfen. Als Abstände der 3 Stundenfäden A, B, C längs des Fadens 7 erhielt ich auf die Weise die Werthe:



					$A-B$	$B-C$
Aus	Beobachtungen	an	Faden	1	422″0	116″4
»	»	»	»	7	121.9	117.1
»	»	»	»	9	121.9	116.7
				Mittel	121″9	116″7

Die Uebereinstimmung ist eine hinreichend genügende, da diese Fadenabstände nur zu Nebenuntersuchungen gebraucht werden.

Die Winkel zwischen den Fäden *B*, resp. *A*, *B*, *C* und Hauptfaden 7 wurden auf directem Wege ermittelt, der zwischen *B* und 7 unter Benutzung einer terrestrischen Marke, die zwischen *A*, *C* und *B*, resp. 7 durch Einstellen der betreffenden Fäden auf den scheinbaren Parallel nach der allgemein gebräuchlichen Methode, indem ich einen dem Aequator nahen Stern am Anfang des Gesichtsfeldes auf den Faden einstellte und längs desselben entlang laufen liess. Hatte er sich am Ende des Gesichtsfeldes vom Faden entfernt, so brachte ich ihn mittelst der Mikrometerschraube des Positionskreises nochmals mit dem Faden zur Deckung. Geschehen beide Einstellungen in gleichen Abständen vom Mittelfaden, so giebt das Mittel aus der ursprünglichen und der späteren Positionskreis-Ablesung eine ziemlich richtige Einstellung auf den Parallel. Durch Wiederholung des Verfahrens gelangt man rasch zu genügend sicheren Resultaten. Hierbei wurden die Einstellungen mit den Fäden *A*, *B*, *C* eingeschlossen von denen mit dem Hauptfaden 7, so dass eine etwaige Aenderung des scheinbaren Parallels während der Dauer der Beobachtung das Resultat nicht entstellen konnte. Die hier folgenden Werthe beziehen sich auf die Winkel, die bei »Schraube oben« eingeschlossen werden von dem rechten Theil des Hauptfadens 7 und den oberen Theilen der Fäden *A*, *B*, *C*.

	∢ *B* 7	∢ *A* 7	∢ *C* 7
88 Nov. 28	89°45.′9		
88 Dec. 19	89 44.9		
89 Mai 4	89 45.0	90°2.′6	89°46.′8
Mittel	89°45.′3	90°2.′6	89°46.′8

b. Die Mikrometerschraube.

1. Fortschreitender Gang.

Da bei der Ausmessung des Sternhaufens nur einige Revolutionen der Schraube, nämlich die 45. bis 50., in Anwendung kommen sollten, so brauchte auch die Untersuchung auf fortschreitenden Gang sich nur auf den mittleren Theil, die Revolutionen 39 bis 55, zu erstrecken. Alle Messungen wurden so angestellt, dass der Einfluss des periodischen Fehlers der Schraube vermieden wurde, und jede Messungsreihe wurde sofort in umgekehrtem Sinne wiederholt. Da der zu untersuchende Theil 16 Revolutionen umfasste, wurden Intervalle von 8, 4 und 2 Revolutionen ausgemessen; diese Abstände hatten die Fadenpaare (3, 7), (4, 6), (6, 7). Die Einstellung geschah bei den ersten Messungen in die Mitte zwischen zwei Theilstriche einer Glasscala, die sich in einem zum Zwecke der Schraubenuntersuchung gefertigten Ocular-Mikroskope befand. Dieses war in Ermangelung eines geeigneteren Hilfsmittels aus einem Barometer-Ablesemikroskope improvisirt worden; es sass auf Reibung in einem Holzcylinder und mit diesem in einem Messingröhrchen, welches an Stelle des Oculares an den Ocularschlitten angeschraubt wurde. Da aber die Einstellung auf die Scalastriche wegen mangelhafter Schärfe derselben nicht sicher genug erschien, wurde senkrecht zu den Strichen der Scala in das Mikroskop ein Faden eingezogen, mittelst dessen dann Coincidenzen in der gewöhnlichen Weise gemessen wurden. Die Anwendung eines Ocular-Mikroskopes war nothwendig, weil ja das neue Fadennetz des Mikrometers keinen festen Faden hatte. — Jedes Intervall wurde 64 Mal gemessen. Hier folgen die Resultate der verschiedenen Reihen.

Intervall von 8 Revolutionen.

	39ʳ—47ʳ	47ʳ—55ʳ	Einstell.	Temp.	
89 Febr. 11	7ʳ.9327	7ʳ.9182	16	−1°.1	Coincidenzen.
89 Febr. 11	7.9350	7.9113	16	−1.1	Einstellung in die Mitte.
89 März 22	7.9380	7.9107	16	+2.8	Coincidenzen.
89 April 10	7.9404	7.9103	16	+8.8	Coincidenzen.
Mittel	7ʳ.9365	7ʳ.9126	64		



Intervall von 4 Revolutionen.

	$39^{r}0-43^{r}0$	$43^{r}0-47^{r}0$	$47^{r}0-51^{r}0$	$51^{r}0-55^{r}0$	Einstell.	Temp.
89 Febr. 17	$4^{r}0530$	$4^{r}0560$	$4^{r}0423$	$4^{r}0409$	8	$+1^{\circ}6$
89 Febr. 17	4.0560	4.0546	4.0466	4.0386	8	+1.6
89 April 12	4.0534	4.0557	4.0460	4.0379	8	+9.9
89 April 13	4.0556	4.0538	4.0482	4.0360	8	+7.9
89 April 14	4.0509	4.0516	4.0376	4.0355	8	+7.8
89 April 16	4.0575	4.0532	4.0447	4.0291	8	+7.2
89 April 17	4.0557	4.0581	4.0468	4.0349	8	+6.6
89 April 18	4.0548	4.0553	4.0429	4.0332	8	+7.0
Mittel	$4^{r}0546$	$4^{r}0548$	$4^{r}0444$	$4^{r}0358$	Sa. 64	

Coincidenzen.

Intervall von 2 Revolutionen.

	$39^{r}0-41^{r}0$	$41^{r}0-43^{r}0$	$43^{r}0-45^{r}0$	$45^{r}0-47^{r}0$	$47^{r}0-49^{r}0$	$49^{r}0-51^{r}0$
89 Mai 31	$2^{r}0317$	$2^{r}0326$	$2^{r}0385$	$2^{r}0351$	$2^{r}0304$	$2^{r}0289$
89 Juni 1	2.0343	2.0322	2.0314	2.0329	2.0284	2.0271
89 Juni 2	2.0336	2.0361	2.0335	2.0312	2.0308	2.0227
89 Juni 3	2.0270	2.0289	2.0313	2.0298	2.0268	2.0265
89 Juni 4	2.0325	2.0300	2.0318	2.0336	2.0290	2.0235
89 Juni 5	2.0328	2.0302	2.0341	2.0316	2.0271	2.0251
89 Juni 6	2.0315	2.0295	2.0312	2.0301	2.0299	2.0242
89 Juni 7	2.0302	2.0331	2.0301	2.0307	2.0259	2.0248
89 Juni 8	2.0344	2.0348	2.0313	2.0305	2.0284	2.0260
Mittel	$2^{r}0319$	$2^{r}0316$	$2^{r}0321$	$2^{r}0315$	$2^{r}0283$	$2^{r}0254$

	$51^{r}0-53^{r}0$	$53^{r}0-55^{r}0$	Einstell.	Temp.
89 Mai 31	$2^{r}0231$	$2^{r}0257$	4	$+23^{\circ}0$
89 Juni 1	2.0253	2.0229	8	+24.3
89 Juni 2	2.0200	2.0228	4	+23.8
89 Juni 3	2.0232	2.0219	8	+24.7
89 Juni 4	2.0228	2.0208	8	+24.3
89 Juni 5	2.0220	2.0213	8	+23.9
89 Juni 6	2.0230	2.0233	8	+23.6
89 Juni 7	2.0240	2.0194	8	+23.9
89 Juni 8	2.0230	2.0228	8	+25.1
Mittel	$2^{r}0231$	$2^{r}0221$	Sa. 64	

Zu dieser letzten Reihe sind noch einige Bemerkungen hinzuzufügen. Die Beobachtungen vom 31. Mai und 2. Juni 1889 wurden mit halbem Gewicht zur Mittelbildung herangezogen, da sie nur auf der halben Zahl von Einstellungen beruhen. — Ferner wurde diese ganze Messungsreihe angestellt, nachdem der Refractor schon auseinander genommen war. Der Ocularauszug mit dem Mikrometer

war, ohne sonst etwas daran zu ändern, auf ein Stativ gestellt worden, auf welchem dann gemessen wurde.

Bei allen 3 Messungsreihen wurde die Schraubenlage vier Mal gewechselt. — Zur Beurtheilung der Genauigkeit wurden aus den Abweichungen der einzelnen Resultate von ihrem Tagesmittel die mittleren Fehler für die ersten beiden Intervalle berechnet. Es beläuft sich für die Messungen des Intervalls von 8 Revolutionen der mittlere Fehler eines Mittels aus 16 Einstellungen auf ± 0ʳ0009, der mittlere Fehler einer Distanz aus einer Messung auf ± 0ʳ0075, also der einer Pointirung auf ± 0ʳ0053. Bei diesen Messungen wurden, wie schon oben bemerkt, Coincidenzen und Einstellungen in die Mitte verwendet. Für die Ausmessungen eines Intervalls von 4 Revolutionen erhält man folgende mittlere Fehler: Der m. F. eines Mittels betrug ± 0ʳ0005, derjenige einer Distanz aus einer Messung ± 0ʳ0045, also der einer Coincidenz ± 0ʳ0032. Hier waren nur Coincidenzen angewendet worden. Die Coincidenz-Bestimmungen sind also viel genauer als die Einstellungen in die Mitte.

Mit den Mittelwerthen von Seite 165, 166 wurden dann die Fehlergleichungen von der Form

$$i_m + F_b - F_a = R(a - b) - I_m$$

gebildet. I_m ist hier 8ʳ000, 4ʳ000, 2ʳ000, ferner i_m die Correction, die an diese drei Werthe anzubringen ist, um den wahren Abstand der benutzten Fäden zu erhalten, $R(a - b)$ der Messungswerth im Sinne: »höhere Ablesung minus niedere«, F_a, F_b sind die Correctionen, die wegen fortschreitenden Ganges an die Angaben der Schraube bei den Ablesungen a und b anzubringen sind. Die Numerirung der Fäden ist der Zählung der Schraube entgegengesetzt, so dass der Einstellung eines Objectes mit einem Faden von niedrigerer Nummer die höhere Schrauben-Ablesung entspricht.

So wurden 14 Fehlergleichungen und nach Einführung der Bedingungsgleichungen

$$F_{39} = F_{55} = 0$$

10 Normalgleichungen erhalten. Schliesslich ergaben sich folgende Correctionen in Columne I:

		I.	II.
F_{39}	=	0.0	0.0
F_{41}	=	− 33.6	− 30.8
F_{43}	=	− 64.2	− 58.7
F_{45}	=	−100.1	− 92.1
F_{47}	=	−130.1	−119.5
F_{49}	=	−133.5	−125.6
F_{51}	=	−107.9	−102.7
F_{53}	=	− 58.9	− 56.3
F_{55}	=	0.0	0.0

Die Einheit ist 0ʳ.0001. Setzt man diese Werthe in die Fehlergleichungen ein, so ist der grösste übrig bleibende Fehler 0ʳ.0011 = 0″.015. Die Fehler von diesem Betrag gehören zu den Gleichungen, welche auf Messungen des Intervalls von 8 Revolutionen beruhen; die Fehler würden kleiner ausgefallen sein, wenn die Anzahl dieser Messungen vermehrt worden wäre, den Gleichungen also grösseres Gewicht hätte gegeben werden können. Eine bequemere Bestimmung der Correctionen erhält man, wenn man zunächst mit Hilfe der Messungen des Intervalls von 8 Revolutionen F_{47} bestimmt, dann mit den Werthen für 4 Revolutionen F_{43} und F_{51}, und schliesslich F_{41}, F_{45}, F_{49}, F_{53} dazwischen hängt. Die auf diese Weise sich ergebenden Correctionen sind in Columne II der obigen Tabelle enthalten. — Der Betrag des fortschreitenden Ganges ist ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit für Messungen innerhalb 2 Revolutionen der Mikrometerschraube zu vernachlässigen. Eine Nebenuntersuchung, die der Bestimmung des Schraubenwerthes in Bogen-Secunden, macht es aber doch wünschenswerth, eine Tabelle der Correctionen in Folge fortschreitenden Ganges zu haben, und sie ist in Folgendem für ein 0ʳ.5 Intervall gegeben, mit 0ʳ.0001 als Einheit.

39ʳ.0	+130	44ʳ.5	+39	50ʳ.0	+ 6
39.5	+122	45.0	+30	50.5	+ 14
40.0	+113	45.5	+21	51.0	+ 22
40.5	+104	46.0	+13	51.5	+ 34
41.0	+ 96	46.5	+ 6	52.0	+ 45
41.5	+ 89	47.0	0	52.5	+ 58
42.0	+ 81	47.5	− 2	53.0	+ 71
42.5	+ 73	48.0	− 4	53.5	+ 85
43.0	+ 66	48.5	− 4	54.0	+ 99
43.5	+ 57	49.0	− 3	54.5	+114
44.0	+ 48	49.5	+ 1	55.0	+130
44.5	+ 39	50.0	+ 6		

Die tabulirten Werthe sind auf folgendem Wege erhalten: Aus den in Columne I der obigen Tabelle gegebenen Werthen sind auf graphischem Wege die Correctionen für die Schrauben-Ablesungen von 0ʳ5 zu 0ʳ5 abgeleitet worden. Zu diesen wurde dann der Werth + 130.1 addirt, die negative Correction F_{47}. Die Tabelle giebt also die Zahlen, welche man erhalten hätte, wenn statt der Gleichung $F_{39} = F_{45} = 0$ als Bedingungen angenommen wären $F_{39} = F_{55}$; $F_{47} = 0$. Hierdurch wurden meistens positive Correctionen und ausserdem für die Mittelwerthe der Tabelle, also für die am meisten gebrauchten Schrauben-Ablesungen, kleine Zahlen erhalten.

2. Periodischer Gang.

Zur Ermittelung des periodischen Ganges der Mikrometerschraube wurde ein Intervall von 0.5 Revolutionen mit Hilfe der in dem oben schon erwähnten Ocularmikroskope befindlichen Glasscala ausgemessen, deren Theilstriche 6.″5 auseinander stehen. Für die Anfangsstellungen 47.0, 47.1, 47.2 u. s. w. der Schraube wurden an 10 Tagen je 4 Messungen vorgenommen; die unten gegebenen Werthe beruhen also auf 40 Einstellungen. — Ein Intervall von 0ʳ25 war auf keine Weise mit Hilfe dieser Scala und der Distanzen der Fäden 1 bis 9 herzustellen. Es musste also von Messungen eines solchen Intervalles, so wünschenswerth sie an und für sich gewesen wären, abgesehen werden.

Die Pointirung auf die Striche der Glasscala war sowohl beim Einstellen in die Mitte zweier Striche, als auch beim Einstellen mit schmaler Lichtlinie ober- und unterhalb des Theilungsstriches keine sehr scharfe, da sich die Theilung wegen des Reflexes an den eingeritzten Strichen bei verschiedener Kopfstellung und Beleuchtung zu verschieben schien. Der mittlere Fehler eines der unten gegebenen Werthe, berechnet aus den Abweichungen der Tagesmittel vom Gesammtmittel, beträgt im Durchschnitt ± 0ʳ00121; hieraus berechnet sich der mittlere Fehler einer einzelnen Distanz zu ± 0ʳ0077, einer einzelnen Pointirung zu ± 0ʳ0054. — Zur Ausmessung wurde nur die Revolution 47—48 benutzt, als diejenige, welche in der Mitte der späterhin immer in Anwendung gebrachten Revolutionen 45 bis 50 lag.



u	$[u'-u]$	$u'-u$	$u'-u-F$ beob.	$u'-u-F$ berechn.	Beob.-Rech.	$O-U$
47ʳ0	0ʳ5104	0ʳ5088	+ 6	+ 8	− 2	+16
47.1	0.5103	0.5099	+17	+27	−10	+42
47.2	0.5124	0.5121	+39	+36	+ 3	+ 8
47.3	0.5120	0.5117	+35	+31	+ 4	+38
47.4	0.5095	0.5093	+11	+14	− 3	+11
47.5	0.5078	0.5076	− 6	− 8	+ 2	−17
47.6	0.5052	0.5050	−32	−27	− 5	−17
47.7	0.5038	0.5037	−45	−36	− 9	+34
47.8	0.5059	0.5059	−23	−31	+ 8	+20
47.9	0.5076	0.5077	− 5	−14	+ 9	+49
48.0	0.5075					−15
					Mittel	+16

Die hier gewählte Bezeichnung ist die in Brünnow's sphärischer Astronomie angewendete.

Die Werthe $u'-u$ sind die zur Rechnung benutzten, wegen fortschreitenden Ganges verbesserten Werthe, die Werthe $[u'-u]$ die directen Mittel der Tagesresultate. Bei den Werthen $u'-u$ ist noch zu erwähnen, dass der für 47.0 aufgeführte Werth das Mittel aus den Werthen für 47ʳ0 und 48ʳ0 ist. Als F erhält man:

$$F = 0^r5082 = 182^\circ 57'.1 .$$

Mit ihm wurden die Werthe $u'-u-F$ links gebildet. Zur Bestimmung der Constanten in der Gleichung für die Correction $\varphi(u)$ wegen periodischen Ganges

$$\varphi(u) = a_1 \cos u + b_1 \sin u + a_2 \cos 2u + b_2 \sin 2u$$

erhält man die Gleichungen:

$$\begin{aligned} 9.998\, a_1 &= +0^r0041 \\ 9.998\, b_1 &= +0.0173 \\ -0.515\, a_2 &= +0.0032 \\ -0.515\, b_2 &= -0.0006 \end{aligned}$$

also:

$$a_1 = +\, 0^r000410\ ; \quad b_1 = +\, 0^r001730\ ;$$
$$a_2 = -\, 0^r006213\ ; \quad b_2 = +\, 0^r001165\ .$$

Mit diesem Werthe ist das unten folgende Corrections-Täfelchen berechnet. Wie man sieht, kann im äussersten Falle der periodische Fehler der Schraube die Beobachtung um 0ʳ0145 = ca. 0″2 ent-

stellen. Man darf ihn also nicht vernachlässigen. — Bei fast allen Declinations-Beobachtungen des Sternhaufens ist der Einfluss des periodischen Fehlers vermieden worden, indem ich von 2 um 0ʳ5 oder von 4 um 0ʳ25 verschiedenen Ablesungen der Schraube aus als Anfangspunkten mass. Ist aber bei der Eile, mit der die Declinationsmessungen angestellt werden mussten, diese Vorsicht einmal vergessen worden, so wurde dann die Messung mittelst der hier folgenden Tabelle verbessert. — Die Zahlen, die im Täfelchen Seite 170 in der Columne $u' - u - F$ rechts gegeben sind, stellen diese Werthe dar, wie sie sich für 0ʳ0, 0ʳ1, 0ʳ2 etc. ergeben aus den berechneten Correctionen. Sie stimmen genügend mit den beobachteten Werthen überein.

Correctionen wegen periodischen Ganges.

0ʳ00	−58	0ʳ50	−66
0.05	−34	0.55	−55
0.10	+ 5	0.60	−22
0.15	+47	0.65	−14
0.20	+75	0.70	+39
0.25	+79	0.75	+45
0.30	+59	0.80	+28
0.35	+20	0.85	− 3
0.40	−23	0.90	−37
0.45	−56	0.95	−58
0.50	−66	1.00	−58

Als Einheit für die Correctionen ist 0ʳ0001 angenommen.

3. Bestimmung des Bogenwerthes einer Schrauben-Revolution.

Da die Distanz der Fäden in Mikrons gegeben, und hinwiederum die Beziehung zwischen Mikrons und Bogensecunden festgestellt ist, erübrigte nur noch, einige Faden-Distanzen in Schrauben-Revolutionen zu bestimmen, um den Werth einer solchen in Bogenmass zu ermitteln. Hierzu wurden zunächst die Abstände der Fadenpaare (1, 2), (2, 3) ... (6, 7) ausgemessen, und zwar längs des Fadens *B*. Dann aber gaben die behufs Untersuchung des fortschreitenden Ganges der Schraube gemessenen Intervalle (1, 2), (4, 6), (3, 7) Material für diesen Zweck ab. Tabelle 3 enthält das gesammte Beobachtungs-Material. Die einzelnen Columnen erklärt wohl ihre Ueberschrift genügend.

Tabelle 3.

No.	Datum	Temper.	1 — 2	2 — 3	3 — 4	4 — 5	5 — 6	6 — 7	Anz.	Lage	Bemerkungen
1	88 Nov. 21	+ 4°6	$2^{r}0330$	$1^{r}8630$	$1^{r}9690$	$2^{r}1600$	$1^{r}8830$	$1^{r}9040$	4	*u*	1
2	88 Dec. 7	+ 3.1	2.0260	1.8640	1.9800	2.1670	1.8730	1.8990	4	*r*	1
3	88 Dec. 7	+ 3.1	2.0240	1.8640	1.9750	2.1690	1.8720	1.8900	2	*l*	2
4	89 Jan. 25	+ 1.7	2.0300	1.8620	1.9760	2.1520	1.9080	1.8950	4	*u*	2
5	89 Jan. 25	+ 2.2	2.0260	1.8480	1.9740	2.1260	1.9150	1.9020	4	*o*	2
6	89 Jan. 26	+ 3.1	2.0290	1.8620	1.9720	2.1300	1.9170	1.9000	4	*l*	1
7	89 Jan. 26	+ 3.9	2.0300	1.8560	1.9830	2.1410	1.9190	1.9010	4	*r*	2
8	89 Jan. 29	+ 2.7	2.0260	1.8600	1.9780	2.1420	1.9070	1.9030	4	*o*	1
9	89 Jan. 29	+ 2.8	2.0240	1.8550	1.9730	2.1660	1.8990	1.8980	4	*u*	1
10	89 Febr. 11	− 1.1			⊢—	7.9243		—⊣	64	*l*	1
11	89 Febr. 17	+ 1.6				⊢— 4.0484	—⊣		64	*o*	1
12	89 März 22	+ 2.8			⊢—	7.9243		—⊣	32	*r*	1
13	89 April 10	+ 8.8			⊢—	7.9253		—⊣	32	*l*	1
14	89 April 12	+ 9.9				⊢— 4.0482	—⊣		32	*l*	1
15	89 April 13	+ 7.9				⊢— 4.0484	—⊣		32	*r*	1
16	89 April 14	+ 7.8				⊢— 4.0439	—⊣		32	*u*	1
17	89 April 16	+ 7.2				⊢— 4.0461	—⊣		32	*u*	1
18	89 April 17	+ 6.6				⊢— 4.0484	—⊣		32	*r*	1
19	89 April 18	+ 7.0				⊢— 4.0465	—⊣		32	*l*	1
20	89 April 18	+ 7.1	2.0254	1.8627	1.9806	2.1567	1.8871	1.9080	4	*l*	1
21	89 April 23	+15.0						1.9036	32	*r*	1
22	89 Mai 31	+23.0	2.0307						32	*o*	1
23	89 Juni 1	+24.3	2.0293						64	*o*	1
24	89 Juni 2	+23.8	2.0288						32	*r*	1
25	89 Juni 3	+24.7	2.0269						64	*r*, *l*	1
26	89 Juni 4	+24.3	2.0280						64	*u*	1
27	89 Juni 5	+23.9	2.0280						64	*u*	1
28	89 Juni 5	+24.0	2.0293	1.8707	1.9741	2.1645	1.8822	1.9030	4	*u*	1
29	89 Juni 6	+23.6	2.0278						64	*o*	1
30	89 Juni 7	+23.9	2.0273						64	*r*	1
31	89 Juni 7	+23.8	2.0279	1.8581	1.9731	2.1689	1.8743	1.9041	8	*r*, *l*	1
32	89 Juni 8	+25.1	2.0289						64	*l*	1
33	89 Juni 8	+24.7	2.0267	1.8557	1.9769	2.1677	1.8722	1.9041	4	*o*	1
34	89 Juni 11	+22.2	2.0277	1.8565	1.9762	2.1701	1.8808	1.9044	4	*r*	1

Bemerkungen: 1) Der fortschreitende Gang wurde berücksichtigt.
2) Der fortschreitende Gang wurde nicht berücksichtigt.

Alle diese Werthe sind bis auf die in Zeile 3, 4, 5 und 7 wegen des Fehlers durch fortschreitenden Gang der Schraube verbessert. Bei den eben angeführten war es nicht möglich, diese Correction anzubringen, da Versehen beim Notiren der ganzen Revolutionen vorgekommen waren. Dass aber das Nichtcorrigiren der genannten Beobachtungen wegen dieses Fehlers kaum von Einfluss sein kann, geht aus Folgendem hervor. Mittelt man für die Beobachtungen 1, 2, 6, 8, 9, 20, 28, 31, 33, 34 die Correctionen der einzelnen Fadenpaare

wegen fortschreitenden Ganges, so erhält man die folgenden Werthe (in Einheiten der 4. Decimale einer Revolution), die als Durchschnittswerthe der Correctionen an die uncorrigirten Zahlen anzubringen wären.

Faden-Distanz:	1 — 2	2 — 3	3 — 4	4 — 5	5 — 6	6 — 7
Correction:	+35	+14	0	−12	−27	−23

Hiernach würden sich für die Ausgleichung nur für die Werthe der drei Distanzen (1, 2), (2, 3), (6, 7) Correctionen von den Beträgen + 1, + 4, — 4 ergeben. Diese Beobachtungen gehen aber mit sehr kleinem Gewicht in die Rechnung ein, entstellen also wohl kaum durch obige Fehler das Endresultat.

Die Zahlen der Tabelle 3 haben wegen der verschiedenen Anzahl der Messungen verschiedene Gewichte. Ausserdem ist die Uebereinstimmung der Resultate von verschiedenen Tagen nicht in gleicher Weise befriedigend in den verschiedenen Columnen. Um hierauf bei der Ausgleichung in gehöriger Weise Rücksicht nehmen zu können, wurden für die einzelnen Faden-Combinationen die Mittelwerthe gebildet unter Berücksichtigung der aus der Anzahl der Messungen sich ergebenden Gewichte und aus den Abweichungen des Einzelwerthes vom Mittelwerthe die mittleren Fehler berechnet. Hier folgt eine Zusammenstellung dieser Werthe.

Faden-Intervall	Mittel-werthe	Zahl der Reihen	Zahl der Einstell.	m. F. des Mittels	m. F. einer Einstellung	Gewicht berechnet aus m. F.	Gewicht aus der Einst.-Anz.
1 — 2	2ʳ0282	23	572	±0ʳ00026	±0ʳ00626	15	10
2 — 3	1.8597	14	60	141	1096	1	1
3 — 4	1.9758	14	60	97	742	1	1
4 — 5	2.1567	14	60	402	3114	0	1
5 — 6	1.8909	14	60	480	3722	0	1
6 — 7	1.9021	15	92	97	932	1	2
4 — 6	4.0473	7	256	63	1014	2	4
3 — 7	7.9245	3	128	31	349	10	2

Die mittleren Fehler für die Distanzen (4, 5), (5, 6) sind auffallend gross gegenüber den übrigen, und der vom Intervall (3, 7) dagegen sehr klein. Was letzteren Umstand anbetrifft, so erklärt er sich wohl dadurch, dass hier nur 3 Messungsreihen angestellt wurden, die zufällig gut mit einander übereinstimmten. — Bei den Intervallen (4, 5), (5, 6) liegt die Vermuthung nahe, dass Faden 5 nicht straff eingespannt war. Nimmt man von den Werthen der Tabelle 3

Mittel, indem man die Tagesresultate der Positionskreislage nach zusammenfasst, und bildet die Differenzen »oben — unten«, »oben — rechts«, u. s. w., so erhält man folgende Werthe:

	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	4—6	3—7
$o-u$	+3	−81	+33	−154	+51	−30		+34
$o-r$	+6	−45	−6	−159	+103	+3		0
$o-l$	+5	−75	−26	−116	+116	−2		+11
$r-l$							+3	

Aus den grossen Zahlen in den Columnen für die beiden fraglichen Intervalle und ihren entgegengesetzten Vorzeichen geht die Realität dieser Vermuthung hervor. Im Uebrigen scheint ein Einfluss der Mikrometerstellung auf die Messungen nicht vorhanden zu sein. Die Mittelwerthe für $o-u$, $o-r$ und $o-l$ sind, wenn man die Intervalle (4, 5) und (5, 6) ausschliesst, sehr klein, nämlich:

$$o-u = -0^r\!.0008;\quad o-r = -0^r\!.0008;\quad o-l = -0^r\!.0017.$$

Auf das negative Vorzeichen darf man keinen zu grossen Werth legen, da die Differenzen »oben — unten« bei den Messungen für periodischen Gang positiv sind (siehe Seite 170, Tabelle, letzte Col.).

Im Hinblick auf ihre Unzuverlässigkeit mussten denn bei der folgenden Ausgleichung die Intervalle (4, 5), (5, 6) unberücksichtigt bleiben. Ebenso wurde bei den Declinationsmessungen des Sternhaufens der Faden 5 möglichst wenig benutzt.

Man erhält nun zur Bestimmung des Bogenwerthes einer Revolution folgende 6 Gleichungen:

				P_1	P_2
aus Intervall	1 — 2	$2^r\!.0282\,R =$	509.5 μ	15	10
» »	2 — 3	$1.8597\,R =$	466.0 »	1	1
» »	3 — 4	$1.9758\,R =$	496.9 »	1	1
» »	6 — 7	$1.9021\,R =$	477.5 »	1	2
» »	4 — 6	$4.0473\,R =$	1013.9 »	2	4
» »	3 — 7	$7.9245\,R =$	1988.3 »	10	2

Die Zahlen in den Columnen P_1, P_2 sind die beiden Arten Gewichtszahlen der 2 letzten Columnen der Tabelle auf Seite 173.

Die Ausrechnung mit den Gewichten P_1 lieferte den Werth:

$$1 \text{ Revol.} = 250.916\,\mu \pm 0.0579\,\mu$$
$$= 13''\!.3811 \pm 0''\!.00309$$

und den mittleren Fehler einer Gleichung vom Gewicht $1 = \pm 1.57\,\mu$, die Ausrechnung mit den Gewichten P_2 den Werth:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Revol.} &= 250.860\,\mu \pm 0.1107\,\mu \\ &= 13''3781 \pm 0''00589 \end{aligned}$$

und als mittleren Fehler einer Gleichung vom Gewicht $1 = \pm 1.79\,\mu$. Beide Werthe für R liegen innerhalb der von ihren mittleren Fehlern bezeichneten Grenzen. Der zweite Werth ist jedoch bedeutend ungenauer als der erste, und es soll daher diesem der Vorzug gegeben werden. Da aber nach Tabelle 3 ziemliche Unterschiede zwischen den Temperaturen der einzelnen Tage sich zeigen, ca. 25° Cels., wurde noch der Versuch gemacht, den Temperatur-Coefficienten für den Werth einer Schrauben-Umdrehung abzuleiten. Die Gleichungen wurden in der Form angesetzt:

$$AR + A(t - t_0)\,dr = M,$$

wo M das Messungsresultat in Mikrons ist, A die gemessene Distanz in Revolutionen, R der gesuchte Werth einer Revolution in Mikrons, t die Temperatur bei der Messung, $t_0 = + 10°$ Celsius, und dr der zu ermittelnde Temperatur-Coefficient. — Natürlich mussten die Angaben der Tabelle 3 in anderer Weise zu Mitteln vereinigt werden, als dies oben geschehen ist. Folgende Zusammenstellung giebt die Constanten der Gleichungen, die benutzten Faden-Intervalle, und die Zeilen von Tabelle 3, die gemittelt wurden, um die betreffenden Constanten zu liefern. Die letzte Columne enthält die Gewichte der Gleichungen, wie sie sich ergeben unter Berücksichtigung des mittleren Fehlers einer Einstellung für die Messungen des betreffenden Intervalls (siehe die Tab. Seite 173) und der Anzahl der zum Mittel vereinigten Einstellungen. Hierbei zeigt sich das Gewicht der Gleichungen II, IX, XI, XII, XIII so gering, dass sie kaum bei der Ausgleichung auf den Werth der Unbekannten Einfluss haben können; sie sind deshalb weggelassen worden.

	Fad.-Interv.	No. der Tab. 3	A	$t - t_0$	M	Anzahl	P
I	1 — 2	1 — 9	2ʳ0276	− 7.0	509.5	36	1
II	2 — 3	1 — 9	1.8593	− 7.0	466.0	36	0
III	3 — 4	1 — 9	1.9756	− 7.0	496.9	34	1
IV	6 — 7	1 — 9	1.8991	− 7.0	477.5	36	1
V	3 — 7	10, 12	7.9243	− 9.1	1988.3	96	9
VI	4 — 6	11	4.0484	− 8.4	1013.9	64	1



	Fad.-Interv.	No. der Tab. 8	A	$t - t_0$	M	Anzahl	P
VII	3 — 7	13	7ᴿ9253	− 1.2	1988.3	32	3
VIII	4 — 6	14 — 19	4.0469	− 2.3	1013.9	192	2
IX	6 — 7	21	1.9036	+ 5.0	477.5	32	0
X	1 — 2	22 — 34	2.0282	+13.9	509.5	532	15
XI	2 — 3	28, 31, 33, 34	1.8598	+13.7	466.0	20	0
XII	3 — 4	28, 31, 33, 34	1.9747	+13.7	496.9	20	0
XIII	6 — 7	28, 31, 33, 34	1.9039	+13.7	477.5	20	0

Man erhält also im Ganzen 8 Fehlergleichungen, und aus ihnen folgende Normalgleichungen:

$$876.0517\,R - 348.61\,dr = +\,219813.29\,,$$
$$-\,348.6100\,R + 3875.90\,dr = -\,87336.63\,.$$

Hieraus ergeben sich die Werthe:

$$R = 250.928\,\mu \pm 0.0465\,\mu = 13''.3817 \pm 0''.00248\,,$$
$$dr = +\,0.0360\,\mu \pm 0.02213\,\mu = +\,0''.00192 \pm 0''.001180\,.$$

Der mittlere Fehler einer Gleichung vom Gewicht 1 ist $\pm 1.3522\,\mu = \pm 0''.07211$. Der Werth für R stimmt gut mit dem ersten der oben erhaltenen überein, aber der gefundene Temperatur-Coefficient kann nicht als reell betrachtet werden. Hiergegen spricht sowohl der grosse mittlere Fehler im Vergleich zum Betrag der Unbekannten selbst, als der Umstand, dass bei Aenderung der den Gleichungen beigelegten Gewichte der Werth für dr sich erheblich ändert. Auch der grosse absolute Werth und das positive Vorzeichen ist verdächtig. Professor Vogel fand zwar bei Gelegenheit seiner Ausmessung des Perseus-Sternhaufens ebenfalls einen positiven Temperatur-Coefficienten von derselben Grösse, doch suchte er ihn dadurch zu erklären, dass er annahm, die Fadenplatte ändere bei Temperatur-Wechsel ihre Stellung zum Focus, und der positive Werth des Temperatur-Coefficienten beruhe auf Vergrösserung des Faden-Intervalls durch parallactische Verschiebung. Dies kann aber nicht zur Erklärung des vorliegenden Falles dienen, da ja hier nicht wie von Vogel direct Sterndurchgänge zur Bestimmung des Faden-Intervalles benutzt wurden. An eine so starke Aenderung der Faden-Intervalle in Folge der Ausdehnung der Messingplatte, auf welcher die Fäden befestigt sind, kann aber auch nicht gedacht werden, da die Platte dieselbe war, welche bei den Messungen von Herrn Dr. Peter die Fäden trug, dieser aber aus Messungen, die bei grösseren Temperatur-Unterschieden als hier angestellt wurden, einen wesentlich kleineren, negativen Temperatur-

Coefficienten gefunden hat. Es ist deshalb angebracht, den hier ermittelten Temperatur-Coefficienten lediglich als Rechnungsgrösse anzusehen, die bei der Reduction der Beobachtungen nicht in Rücksicht zu ziehen ist. Das Beobachtungs-Material ist wohl zu dieser Bestimmung nicht ausreichend genug. Dies ist um so weniger zu bedauern, als bei den Declinations-Beobachtungen des Sternhaufens in der Regel nur Distanzen von höchstens 2 Revolutionen mit der Schraube ausgemessen wurden; auf diese Grössen hat aber der Temperatur-Coefficient, soweit er von dem Unterschied der Ausdehnungs-Coefficienten von Stahl und Messing, den Metallen der Mikrometerschraube und Fadenplatte, herrührt, keinen Einfluss. Es soll daher von der Benutzung der letzten Ausgleichung ganz abgesehen werden, und als definitiven Werth betrachte ich den der ersten Ausgleichung auf Seite 174

$$1 \text{ Revol.} = 250.916\,\mu \pm 0.0579\,\mu = 13''.3811 \pm 0''.00309$$

gültig für die Mittel-Temperatur + 13°.6 Cels.

Die Temperatur-Unterschiede könnten aber einen entstellenden Einfluss auf die Beobachtungen auch dadurch ausgeübt haben, dass sich Rohr und Fadenplatte ungleich ausgedehnt, also die Winkelwerthe der Faden-Distanzen mit der Temperatur sich geändert hätten. Dies ist deswegen nicht anzunehmen, weil beide Theile des Instrumentes aus gleichem Metalle bestanden. Herr Dr. PETER hat in der oben angeführten Monographie dies ebenfalls angenommen und seine Annahme durch Beobachtungen bestätigt gefunden.

Als die Reduction der Beobachtungen begonnen wurde, war das Beobachtungs-Material zur Untersuchung des Werthes einer Revolution noch nicht abgeschlossen. Da ferner überhaupt die Absicht bestand, einen endgültigen Werth erst aus den Beobachtungen des Sternhaufens selbst abzuleiten, so musste die Rechnung mit provisorischen Werthen begonnen werden. Es wurde angenommen:

$$1\,R = 13''.3800$$

und $1\,R = 250.95\,\mu$.

Hieraus erhält man $1\,\mu = 0''.0533174$

und mit diesem Werthe sind die Faden-Distanzen gerechnet, welche zur Reduction benutzt wurden. Da also die Grösse, in welcher die Declinations-Messungen vorläufig gegeben sind, nicht nothwendig einer



Bogensecunde gleich ist, möge sie zum Unterschiede von dieser statt mit ″, mit $^{\sigma}$ bezeichnet und Netzsecunde genannt werden. Schliesslich wird man die Beziehung erhalten:

$$1'' = a \cdot 1^{\sigma}$$

und es ist dann noch zu untersuchen, ob das a so stark von 1 verschieden ist, dass die Declinationsmessungen deswegen verbessert werden müssen.

Die weiterhin benutzten Faden-Abstände sind:

1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9
27$^{\sigma}$17	24$^{\sigma}$85	26$^{\sigma}$49	29$^{\sigma}$00	25$^{\sigma}$06	25$^{\sigma}$46	213$^{\sigma}$56	187$^{\sigma}$53

Dieses sind also nur genäherte provisorische Werthe, während die Distanzen auf Seite 162 aus Beobachtungen abgeleitet sind.

II. Beobachtungs-Methoden und Reduction der Beobachtungen.

Die wenig befriedigende Uebereinstimmung der älteren Messungen in *AR* mochte ihren Grund mit darin haben, dass nicht genügende Sorgfalt auf die Einstellung des Mikrometers auf den wahren Parallel verwendet worden war. Die Einstellung auf den wahren Parallel war damals geschehen nach der allgemein gebräuchlichen, oben schon näher bezeichneten Methode, und zwar wurde die einmal erhaltene Einstellung für mehrere Abende beibehalten und nur vor dem Beobachten controllirt. — Bei der neuen Beobachtungsreihe wurde wesentlich anders verfahren, indem ich eine Methode benutzte, die früher wohl noch nicht zur Anwendung gekommen ist. Es wurde nicht eine möglichst genaue Einstellung auf den wahren Parallel vorgenommen, sondern nur eine genäherte auf den scheinbaren, und vor und nach jeder Beobachtungsreihe wurde, wenn es das Wetter erlaubte, der Winkel bestimmt, den der angenähert eingestellte Instrumenten-Parallel mit dem scheinbaren Parallel bildete, und zwar auf ähnliche Weise, wie bei Meridian-Instrumenten die Bestimmung der Neigung des Querfadens geschieht. Dieser Winkel wurde dann benutzt, um die Beobachtungen wegen der Fehler zu corrigiren, die dadurch entstanden waren, dass mit einem nicht genau orientirten Fadennetz gemessen worden war.

Das Verfahren bei Bestimmung des Neigungswinkels zwischen dem Parallel des Instrumentes und dem scheinbaren Parallel war

folgendes. Die Ablesung des Positionskreises für die Einstellung auf den letzteren war ungefähr bekannt. Der Hauptfaden wurde genähert so eingestellt und die Positionskreis-Nonien abgelesen. Dann wurde das Instrument auf einen Stern von gleicher Declination wie der Sternhaufen gerichtet — entweder * 30 des Sternhaufens oder *S* Monocerotis — und während dieser das Gesichtsfeld von einem Rande zum andern passirte, wurden mehrere Einstellungen auf ihn mit dem Hauptfaden durch die Mikrometerschraube gemacht. Aus den Zeiten der Einstellungen und den Ablesungen der Mikrometerschraube erhält man dann leicht den gesuchten Winkel, wobei die verschiedenen Einstellungen eines Durchganges nach der CAUCHY'schen Methode ausgeglichen wurden. Es wurden nur solche Durchgänge zu Bestimmungen herangezogen, bei denen mindestens 3 Einstellungen gelungen waren. Im Maximum erhielt ich 7 Einstellungen während eines Durchganges, der ca. 110 Zeitsecunden beanspruchte. Zu einer vollständigen Bestimmung des Neigungs-Winkels p, und damit des Nullpunktes des Positionskreises, wurden, wenn es wegen des Wetters angängig war, 4 bis 6 Durchgänge genommen. Von diesen erfolgte bis Mitte Januar 89 die eine Hälfte immer bei Schraube oben, die andere bei Schraube unten, und ausserdem wurde die Einstellung des Positionskreises bei jedem Durchgange um ca. 20′ verändert. Es sollten hierdurch die beim Ablesen der Nonien gemachten Fehler eliminirt werden. Da jedoch die auf diesem Wege erlangten Resultate nicht sehr befriedigten, so wurde, nachdem einige Zeit bei Declinationsmessungen der Hauptfaden nach der gewöhnlichen Methode auf den scheinbaren Parallel eingestellt worden war, ein anderer Weg eingeschlagen, der auch, scheinbar wenigstens, besser zum Ziele führte. Es wurden nämlich mehrere — bis sechs — Durchgänge bei ein und derselben Positionskreis-Stellung zur Bestimmung des Winkels p genommen. Die nun erhaltenen Resultate stimmten unter sich allerdings besser überein, aber die wesentlichste Fehlerursache bei dem benutzten Instrument war wohl nicht eliminirt.

Zur Erklärung der grösseren Unsicherheit der ersten Art der Bestimmung muss nämlich erwähnt werden, dass die Ablesung des Positionskreises eine sehr ungenaue war. Bei verschiedenen Stellungen der Beleuchtungslampe erhielt ich bis um 3′ verschiedene Ablesungen der Nonien. Es zeigte sich nach mehreren Versuchen am vortheil-



haftesten, als definitive Ablesung das Mittel aus den beiden Ablesungen zu nehmen, welche man bei entgegengesetzten Positionen der Handlampe erhielt. Ausserdem suchte ich noch durch häufige Wiederholungen der Ablesungen die Unsicherheit derselben zu verringern.

Im Folgenden möge nun die erste Art der Neigungsbestimmung mit Methode I, die letztere mit Methode II bezeichnet werden.

Während also bei der ersten Methode der durch die unsichere Ablesung der Nonien gemachte Fehler in das einzelne Resultat eingeht, bleibt er bei der zweiten Methode als Constante im Mittel enthalten.

Bei Methode I ergiebt sich der mittlere Fehler einer Bestimmung aus einem Durchgange, bei dem ungefähr 4 bis 5 Einstellungen gelangen, zu ± 2'.93, der mittlere Fehler des Mittels aus den Beobachtungen in einer Schraubenlage zu ± 1'.79 (ca. 2.7 Durchgänge) und schliesslich der mittlere Fehler des Mittels gebildet aus den beiden Mittelwerthen für die Lagen Schr. *o* und Schr. *u*, zu ± 1'.26 (ca. 5.4 Durchgänge). Berechnet man aber die mittleren Fehler aus den Abweichungen der einzelnen Durchgänge von dem Gesammtmittel, so erhält man als m. F. eines Resultates aus einem Durchgange ± 3'.21, und als m. F. des Gesammtmittels ± 1'.41.

Bei Methode II ergiebt sich als mittlerer Fehler einer Bestimmung ± 2'.19 und als mittlerer Fehler des Mittels aus 4.4 Durchgängen ± 0'.93. Die Differenz der mittleren Fehler der Einzelbestimmungen nach beiden Methoden giebt einen Anhalt über die Grösse des mittleren Fehlers bei der Nonienablesung: er ist ca. ± 1'.0. — Der Betrag des mittleren Fehlers einer Bestimmung ist bei der Schärfe der Einstellungen mit der Mikrometerschraube immerhin gross, doch lässt er sich aus Folgendem einigermassen erklären.

Den Neigungswinkel p erhält man nach der Formel

$$\sin p = \frac{\Sigma\,[e - e_0]}{\Sigma\,[t - t_0]},$$

in welcher die eckigen Klammern wieder die Seite 160 angegebene Bedeutung haben. $\Sigma[e - e_0]$ ist die Summe der Abweichungen der einzelnen Schrauben-Ablesungen von ihrem Mittelwerth (ausgedrückt in Bogensecunden) und $\Sigma[t - t_0]$ der entsprechende, mit 15 cos δ

multiplicirte Ausdruck für die Einstellungszeiten. Bezeichnet man $d\Sigma[e - e_0]$ mit de und $d\Sigma[t - t_0]$ mit dt, so ist

$$dp = \left(\frac{de}{\Sigma[t - t_0]} - dt \sin p\right) \sec p.$$

Nimmt man nun $\Sigma[t - t_0] = 100^s$ an, $de = 0^r.031 = 0''.41$ — das ist der mittlere Fehler einer einzelnen Einstellung mit der Mikrometerschraube —, und $dt = 0^s.5$, da die Notirungen der Zeit der Einstellung ungefähr auf 0.5 Zeitsecunden genau sind, so ergiebt sich hieraus

bei $p =$	5′	10′	15′		
$dp =$	59″	63″	66″	bei entgegengesetztem	Vorzeichen von
	54	51	47	bei gleichem	de und dt.

Die Ungenauigkeit von $\Sigma[e - e_0]$ und $\Sigma[t - t_0]$ wird wohl aber meistens grösser sein als die angenommene, und der berechnete mittlere Fehler einer Bestimmung aus einem Durchgange ist demnach nicht unverhältnissmässig gross. Aber auch die stärkeren, bis zu ca. 10′ gehenden Abweichungen bei den Bestimmungen nach Methode I erklären sich aus der Natur der Methode selbst. Denn nimmt man an, dass bei 6 Einstellungen während eines Durchganges die Hälfte der Ablesungen und Einstellungszeiten um obige Beträge in demselben Sinne entstellt sind, so sind die Werthe $\Sigma[t - t_0]$ und $\Sigma[e - e_0]$ um den dreifachen Betrag entstellt, und da bei dieser Methode auch p grössere Werthe erhält — bis 1° 30′ —, so berechnet sich dp beispielsweise für $p = 1° 0′$ im ungünstigen Falle zu 309″. Hierzu kommen nun noch, wie schon erwähnt, die Fehler der unsicheren Ablesung der Nonien. — Ist ein Instrument mit genügend scharfen Ablesevorrichtungen am Positionskreis ausgerüstet, so lassen sich durch mehrfach wiederholte Durchgänge mit dieser Methode der Parallelbestimmung sicher recht gute Resultate erzielen, und während man bei dem gewöhnlich angewandten Verfahren nur darauf bedacht ist, Fehler zu vermeiden, ist es mit diesem möglich, etwaige Fehler zu ermitteln. Der Zeitaufwand, den diese Bestimmung erfordert, ist nicht allzugross. Ich registrirte die Einstellungszeiten und notirte auf den Streifen zugleich mit die Schraubenablesungen mittelst des Morse-Alphabetes. Es verstrichen im Durchschnitt während 6 Durchgängen noch nicht ganz 12 Minuten.



Während der Beobachtung machte es oft den Eindruck, als wenn die Einstellungen in der Nähe der Ränder des Gesichtsfeldes bedeutend von den andern abwichen. Es lag die Vermuthung nahe, dass am Rande Bildverzerrungen einträten, oder dass der benutzte Faden von der geraden Linie viel abwiche. — Um hierüber Gewissheit zu erlangen, wurden die nach der Ausgleichung der einzelnen Durchgänge übrig bleibenden Fehler der Einstellungen für alle Bestimmungen mit dem Hauptfaden untersucht, indem sie in Gruppen, entsprechend den Unterschieden der Einstellungszeiten vom Durchgang durch die Mitte des Gesichtsfeldes, getheilt wurden. Allerdings war der Durchgang durch den Querfaden *B* nicht registrirt worden, und es musste zu einem Nothbehelf gegriffen werden. Die Einstellungen auf den zur Bestimmung benutzten Stern geschahen nicht immer gleich nach seinem Eintritt ins Gesichtsfeld, wohl aber bis kurz vor seinem Austritt. Es wurde nun angenommen, dass die letzte Einstellung stets innerhalb eines Zeitraumes von 10 Secunden vom Austritt an rückwärts gerechnet stattgefunden habe. Unter dieser Annahme wurden, von der letzten Einstellung ausgehend, die Einstellungszeiten und die dazu gehörigen übrigbleibenden Fehler der Einstellungen in Gruppen von 10 zu 10 Secunden getheilt, die einzelnen Gruppen gemittelt und die mittleren Fehler berechnet, natürlich getrennt für jede Schraubenlage. Hier folgen die Werthe.

	Schraube unten.				Schraube oben.			
Entfernung v. d. Mitte	Δe	Anzahl	m. F. 1 Einstell.	m. F. d. Mittels	Δe	Anzahl	m. F. 1 Einstell.	m. F. d. Mittels
-50^s	$-0^r.0050$	14	$\pm 0^r.0492$	$\pm 0^r.0132$	$-0^r.0010$	28	$\pm 0^r.0244$	$\pm 0^r.0046$
-40^s	+ 83	41	362	57	− 68	50	289	41
-30^s	+ 7	59	287	37	− 64	67	286	35
-20^s	− 25	40	254	40	+ 35	57	306	41
-10^s	− 50	68	332	39	+ 57	60	312	40
0^s	− 2	42	293	45	+ 1	65	338	42
$+10^s$	− 100	52	379	53	+ 38	55	341	45
$+20^s$	− 83	47	308	45	+ 32	62	367	47
$+30^s$	+ 6	69	256	27	+ 32	78	277	31
$+40^s$	− 33	22	286	61	+ 29	24	284	58
$+50^s$	+ 94	107	305	30	− 54	134	230	20

Das Vorzeichen der Δe ist so gewählt, dass sie als Correctionen anzusehen sind, die an die Schrauben-Ablesungen anzubringen wären.



Die mit »Anzahl« überschriebene Columne giebt die Zahl der zum Mittel vereinigten Einzelwerthe an. Auffällig ist sofort, dass die Correctionen Δe für die beiden Schraubenlagen fast durchweg entgegengesetztes Vorzeichen haben. Ferner scheint in beiden Lagen ein Gang angedeutet zu sein. Dies würde auf eine Durchbiegung des Fadens hindeuten; doch sind die berechneten Correctionen von so geringem Betrag, dass von ihrer Anbringung abgesehen worden ist. Ausserdem sind die mittleren Fehler der Δe oft viel grösser als die Δe selbst. Auf eine unsicherere Einstellung am Rande des Gesichtsfeldes gegenüber denen in der Mitte desselben kann aus den mittleren Fehlern in Columne 4 und 8 nicht geschlossen werden — Gruppe (— 50^s) ist auszuschliessen, da für sie zu wenig Beobachtungen vorliegen —; der durchschnittliche Fehler einer Declinations-Einstellung ergiebt sich aus diesen Werthen für Schr. u. zu $\pm$ 0^{r}0323, für Schr. o. zu $\pm$ 0^{r}0298, im Mittel zu $\pm$ 0^{r}031 = $\pm$ 0$''$41.

Bildet man bei den Bestimmungen nach Methode I die Differenz der Mittel aus den Bestimmungen bei Schr. o. und bei Schr. u. für einen Abend, so scheint bei Beobachtungen mit Schr. o. die Ablesung für den Nullpunkt des Positionskreises grösser zu sein, als bei Beobachtungen mit Schr. u. Aus den 25 Bestimmungen erhält man für diese Differenz den Werth — 0$'$84. Aber der mittlere Fehler dieses Mittels ist $\pm$ 1$'$62. Folglich ist ihre Realität zu bezweifeln.

In Tabelle 4 sind die einzelnen Parallel-Bestimmungen aufgeführt.

Tabelle 4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
88 Nov. 5	7 7	−4^h 11^m +0 9	o.u. 26$'$4 o.u. 22.9	5 4	l. 25$'$5	7	24$'$6	−2^h 1^m	Mittel.
88 Nov. 8	7	−4 13	o.u. 24.7	4	l. 23.5	7	24.7	−4 13	
88 Nov. 9	7 7	−4 11 +1 57	o.u. 26.6 o.u. 22.0	6 3	l. 25.0	7	24.3	−1 7	Mittel.
88 Nov. 10	7 7	−2 53 +2 26	o.u. 25.6 o.u. 23.3	4 4	l. 24.7	7	24.4	−0 13	Mittel.
88 Nov. 11	7 7	−3 25 +2 14	o.u. 26.6 o.u. 19.9	4 1	l. 24.0	7	24.4	−0 35	Mittel: { Gewicht 2. » 1.
88 Nov. 12	7 7	−3 40 +2 36	o.u. 19.1 o.u. 22.6	6 6	l. 24.0	7	20.8	−0 32	Mittel.
88 Nov. 13	7 7	−3 0 +0 28	o.u. 21.4 o.u. 20.1	4 5	l. 22.7	7	20.1	0 0	Ausgeglichen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
88 Nov. 26	7	−2h 17m	o.u. 21.′4	6	—	—	21.′4	−2h 17m	— An diesen beiden Tagen wurden nur Parallelbestimmungen erhalten.
88 Nov. 27	7	−2 21	o.u. 18.3	3	—	—	18.3	−2 21	—
88 Nov. 30	—	−2 5	o.u. 24.0	6	l. 20.′2	—	—	—	— Versehen vorgekommen.
88 Dec. 1	8	−2 45	o.u. 16.4	6	r. 13.5	8	20.0	−2 45	
88 Dec. 3	8 8	−0 23 +3 44	o.u. 19.7 o.u. 20.8	5 4	r. 15.0	8	23.8	+1 40	
88 Dec. 4	8 8	−2 53 +4 7	o.u. 17.3 o.u. 16.0	7 7	r. 15.1	8	20.2	+0 37	Mittel.
88 Dec. 5	8 8	−2 35 +4 5	o.u. 13.8 o.u. 12.7	6 6	r. 2.5	8	16.8	+0 45	Mittel.
88 Dec. 7	7 7	−2 48 +4 4	o.u. 19.9 o.u. 19.6	6 6	l. 20.2	7	19.7	+0 38	Mittel.
88 Dec. 8	7 7 7	−1 40 +0 42 +4 18	u. 19.5 u. 18.0 u. 17.7	* * *	l. 20.2	7	18.4	+1 7	Mittel.
88 Dec. 10	7	−2 40	u 22.1	*	u. 22.1	—	22.1	−2 40	
88 Dec. 13	7	−3 0	o.u. 21.5	6	u.l. 23.3	7	21.5	−3 0	
88 Dec. 14	7 7	−1 26 +3 40	u. 23.1 u. 21.5	* *	u. 23.1	—	22.3	+1 7	Mittel.
88 Dec. 22	7	−3 50	u. 24.0	*	u. 24.0	—	24.0	−3 50	
88 Dec. 25	7	−3 10	u. 24.0	*	u. 24.0	—	24.0	−3 10	
88 Dec. 27	7 7	−1 30 +4 38	u. 23.8 u. 22.0	*	u. 23.8	—	22.9	+1 34	Mittel.
88 Dec. 28	7	−1 32	u. 25.7	*	u. 25.7	—	25.7	−1 32	
88 Dec. 29	7 7	−3 0 +0 7	u. 25.2 u. 26.0	*	u. 25.6	—	25.6	−1 26	Mittel.
88 Dec. 30	7 7	−0 53 +1 40	u. 25.5 u. 26.2	*	u. 25.8	—	25.8	+0 23	Mittel.
89 Jan. 2	7	+4 10	u. 24.9	*	u. 27.0	—	24.9	+4 10	
89 Jan. 3	7	+2 25	u. 23.8	*	u. 23.8	—	23.8	+2 25	
89 Jan. 4	7	−3 42	o. 25.5	*	o. 25.1	—	25.5	−3 42	
89 Jan. 5	7 7 7	−3 15 +0 3 +3 51	u. 24.0 u. 24.6 u. 26.0	*	u. 24.3	—	24.9	+0 13	Mittel.
89 Jan. 6	7	+0 39	u. 25.2	*	u. 25.2	—	25.2	+0 39	
89 Jan. 12	7	−2 40	o.u. 23.5	6	u. 28.6	—	23.5	−2 40	
89 Jan. 13	7	+4 22	u. 22.7	4	u. 28.2	—	22.7	+4 22	
89 Jan. 14	7	−3 53	u. 24.9	3	u. 26.1	—	24.9	−3 53	
89 Jan. 15	7	−1 50	u. 24.7	*	u. 24.4	—	24.7	−1 50	
89 Jan. 27	7	−0 34	o. 25.0	3	o. 25.3	—	25.0	−1 15	
89 Febr. 3	7	−2 36 +0 36	o. 22.6 o. 20.1	4 2	o. 24.8	—	21.3	−1 0	Mittel.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
89 Febr. 5	7	−2ʰ26ᵐ	o. 28.′4	4	o. 24.′5	—	28.′4	−2ʰ26ᵐ	
89 Febr. 7	7	−0 31	o. 24.2	3	o. 25.0	—	24.2	−0 31	
89 Febr. 13	7 7	−0 57 +1 19	o. 26.1 o. 21.9	3 4	o. 25.4	—	24.0	+0 11	Mittel.
89 Febr. 28	7 7	−0 53 +2 33	o. 26.4 o. 26.8	4 1	o. 25.5	—	26.6	+0 50	Mittel.
89 März 4	7 7	−1 3 +3 10	o. 23.2 o. 24.4	4 3	o. 25.0	—	23.8	+1 3	Mittel.
89 März 5	7	+0 18	o. 26.5	4	o. 24.5	—	26.5	+0 18	
89 März 6	7 7	−1 3 +4 30	o. 25.2 o. 22.3	4 3	o. 24.8	—	23.7	+1 43	
89 März 7	7 7	−1 35 +4 48	o. 25.8 o. 25.9	4 3	u. 24.5 o. 23.9	—	25.8	+1 36	Mittel. { In 2 Schr.-Lagen beobachtet. Deshalb in Columne 6 2 Werthe.
89 März 9	7	−0 41	o. 25.5	4	o. 24.1	—	25.5	−0 41	
89 März 16	7	−0 19	u. 24.4	4	o. 24.4	—	24.4	−0 19	
89 März 23	7	+1 16	u. 25.6	4	u. 24.2	—	25.6	+1 16	
89 März 26	7	+2 35	u. 23.5	4	u. 23.7	—	23.5	+2 35	
89 März 28	7	+0 42	u. 26.4	6	{ u. 26.5 r. 27.2	—	26.4	+0 42	Siehe Bem. zu März 7.
89 April 3	7 7	+1 19 +5 31	u. 23.6 u. 20.8	6 5	u. 24.0 r. 26.1	— 1	24.4	0 0	Ausgeglichen. Siehe Bemerk. zu März 7.
89 April 4	7 7	+1 21 +4 24	u. 25.3 u. 23.0	7 6	r. 24.7	1	25.6	0 0	Ausgeglichen.
89 April 5	7 7	+1 40 +4 32	u. 25.9 o. 22.7	6 4	r. 24.8	1	25.9	0 0	Ausgeglichen.
89 April 6	7 7	+1 50 +4 32	o. 26.7 o. 23.6	7 7	l. 23.7 r. 24.4	7 1	26.7	0 0	Ausgeglichen. Siehe Bemerk. zu März 7.
89 April 16	7	+2 51	u. 23.8	6	r. 22.3	1	23.8	+2 51	
89 April 19	7 7	+2 48 +5 4	o. 24.3 o. 20.9	6 6	r. 23.5 l. 24.1	1 7	24.8	0 0	Ausgeglichen. Siehe Bemerk. zu März 7.

Columne 1 enthält das Datum;

Columne 2, die Angabe des benutzten Fadens, da die Einstellungen nicht immer nur mit dem Hauptfaden erfolgten;

Columne 3, den Stundenwinkel des Sternes bei der Bestimmung;

Columne 4, die Minuten der Positionskreis-Ablesung, welche aus der Bestimmung für die Einstellung auf den scheinbaren Parallel berechnet wurde, die Grade der Ablesung ergeben sich aus der Angabe der Schraubenlage (o., u., l., r.), bei welcher die

Beobachtung gemacht wurde, ($o = 227°$, $u = 47°$, $l = 137°$, $r = 317°$)[1];

Columne 5, die Anzahl der Sterndurchgänge;

Columne 6, die Minuten der Positionskreis-Ablesung, bei der die AR.- resp. Decl.-Messungen vorgenommen wurden;

Columne 7, die Angabe des zu AR.-Messungen benutzten Fadens;

Columne 8, die Minuten der Ablesung für Einstellung auf den definitiven Instrument-Parallel des betreffenden Abendes;

Columne 9, den Stundenwinkel, für den die Angabe in Col. 8 gilt;

Columne 10, die Angabe der Art, wie Col. 8 und 9 aus Col. 4 und 3 erhalten wurden und sonstige Bemerkungen.

Hierzu ist noch zu bemerken, dass ein * in Columne 5 besagt, dass die Bestimmung des Instrument-Parallels durch Entlanglaufenlassen eines Sternes längs eines Fadens erfolgt ist, und dass die Horizontallinien die Bestimmungen insofern in Gruppen theilen, als zwischen den beiden durch sie getrennten Beobachtungstagen der Ocularauszug wegen Beobachtungen an terrestrischen Marken oder dergl. weit herausgezogen worden war, also leicht dadurch eine Veränderung des Nullpunktes hervorgerufen worden sein kann. — 1888 Nov. 30 war ein Versehen bei Notirung des zur Bestimmung benutzten Fadens vorgekommen. Es wurde deshalb vorgezogen, für diesen Tag keine Correction wegen der Neigung des Instrument-Parallels gegen den scheinbaren anzubringen.

Die Werthe in Columne 4 zeigen keine gute Uebereinstimmung. Dies liegt eines Theils natürlich daran, dass sie nicht für denselben Stundenwinkel gelten: denn Parallel-Bestimmungen in verschiedenen Stundenwinkeln müssen im Allgemeinen verschiedene Ablesungen des Positionskreises liefern, sowohl wegen der Aenderung der Lage des scheinbaren Parallels gegen den wahren durch die Refraction, als auch wegen der Lagenänderungen des Nullpunktes des Positionskreises durch die Einwirkung der Schwere, die je nach der Stellung des Instrumentes verschieden sein wird. Andern Theils würden aber auch Bestimmungen in demselben Stundenwinkel an verschiedenen

---

1) AR.- und Decl.-Messungen wurden an demselben Fadensystem (Fäden 1 bis 9) angestellt. Deshalb weichen die Nullpunkte des Positionskreises bei den Messungen der beiden Coordinaten um 90° von einander ab.



Tagen nicht dieselben Werthe liefern wegen der Aenderungen in der Aufstellung des Instrumentes. Wie beifolgende Tabelle[1]) zeigt, haben sich zwar die Hauptconstanten der Aufstellung, ξ und η, die Abstände des Instrumenten-Pols vom 6^h- und 0^h-Meridian, leidlich gehalten; aber die Collimation c und der Winkel i_1 zwischen den beiden Axen scheinen sehr variabel gewesen zu sein.

Datum	Temp.	ξ	η	e	c	i_1	Δp	Δt
88 Oct. 25		−0.′4	+1.′2	+2.′1	+1.′9	+2.′2	+1.′0	+ 1.ˢ7
88 Oct. 28		+0.2	+0.7	+0.2	−3.8	−3.9	+0.4	−14.4
88 Dec. 7	+ 2.°0	+0.3	+1.2	+1.5	+5.3	+5.6	+0.6	−13.7
89 Febr. 13	− 5.5	+0.7	+0.8	+0.4	+2.0	+2.1	+0.6	− 1.7
89 April 6	+ 7.3	+0.4	+1.0	+0.7	+0.6	+0.3	+0.6	− 2.9
89 Mai 9	+16.8	+0.9	−0.7	+0.9	−1.2	−1.3	+0.9	+ 1.2

Ihre Beträge vom 28. Oct. und 7. Dec. 1888 differiren um ca. 9′, und eben so gross würde die durch sie hervorgerufene Aenderung des Nullpunktes des Positionskreises sein. Also darf man wohl als wesentlichsten Grund für die Schwankungen des Nullpunktes die starke Veränderlichkeit von c und i_1 während der Beobachtungsperiode ansehen.

Zur Verwerthung der Parallel-Bestimmungen für die Rechnung wäre es wohl das Entsprechendste gewesen, das gesammte Beobachtungsmaterial in ähnlicher Weise auszugleichen, wie es SCHULZ gelegentlich seiner Vermessung des Sternhaufens 20 Vulpec.[2]) mit seinen Nullpunktsbestimmungen gethan hat, um aus ihrer Gesammtheit oder nach Zusammenfassung in einzelne Gruppen aus diesen für die ganze Beobachtungsdauer resp. für gewisse Perioden einen absoluten Nullpunkt und Constanten zur Bestimmung der Aenderung desselben durch die Schwere zu ermitteln. Dies wurde jedoch unterlassen, sowohl wegen der Ungleichmässigkeit des Materials als auch besonders deswegen, weil bei der grossen Veränderlichkeit von c und i_1 zu diesem Zwecke häufiger Aufstellungsbeobachtungen hätten angestellt werden müssen, als geschehen ist. Hier wurde ein einfacheres Verfahren eingeschlagen.

---

1) Die Bezeichnung ist die im CHAUVENET'schen Handbuch eingeführte.

2) Mikrometrisk Bestämning af 104 Stjernor inom teleskopiska Stjerngruppen 20 Vulpeculae. Stockholm 1873. Siehe § 3.

Die Werthe des Nullpunktes, die zu einer Correction der Messungen benutzt wurden, befinden sich in Columne 8. Sie wurden auf folgende Weise erhalten. An Abenden mit nur einer Parallel-Bestimmung wurde diese als constant für den ganzen Abend angesehen. Waren an einem Abend mehrere Bestimmungen nach der gewöhnlich angewendeten Methode, durch Entlanglaufenlassen eines Sternes an einem Faden, gemacht worden, so gab das Mittel aus diesen Einzelbestimmungen den definitiven Abendwerth, da dieses Verfahren nicht sicher genug erschien, um daraus Aenderungen des Nullpunktes mit der Zeit ableiten zu können. Dies geschah aber wenigstens theilweise bei den Doppelbestimmungen an einem Abend nach der anderen Methode. Die Differenzen der Anfangs- und Endbestimmung desselben Abends zeigen, wie das ja nach dem Verhalten der betreffenden Werthe selbst in Columne 4 der Tabelle 4 nicht anders zu erwarten ist, ebenfalls keine besondere Uebereinstimmung, auch wenn man davon absieht, dass sie je nach der Differenz der Stundenwinkel, in denen sie angestellt wurden, verschieden sein müssen. Bei der Erörterung der Frage, ob zur Reduction der Beobachtungen auch hier nur das Mittel der Bestimmungen desselben Abendes als constante Grösse, oder eine Variation mit der Zeit angewendet werden sollte, musste daher das vorliegende Material specieller untersucht werden. In Tabelle 5 sind die Differenzen der in Frage kommenden Doppelbestimmungen zusammengestellt.

Tabelle 5.

1	2	3	4	5	6
88 Nov. 5	$-4^{h}2$	$+0^{h}1$	$-3'.5$	5	4
88 Nov. 9	-4.2	+1.9	-4.6	6	3
88 Nov. 10	-2.9	+2.4	-2.3	4	4
88 Nov. 11	-3.4	+2.2	-6.7	4	1
88 Nov. 12	-3.7	+2.6	+3.5	6	6
88 Nov. 13	-3.0	+0.5	-1.3	4	5
88 Dec. 3	-0.4	+3.7	+1.1	5	4
88 Dec. 4	-2.9	+4.1	-1.3	7	7
88 Dec. 5	-2.6	+4.1	-1.1	6	6
88 Dec. 7	-2.8	+4.1	-0.3	6	7
89 Febr. 3	-2.6	+0.6	-2.5	4	2
89 Febr. 13	-0.9	+1.3	-4.2	3	4

1	2	3	4	5	6
89 Febr. 28	$-0^h.9$	$+2^h.5$	$+0'.4$	4	1
89 März 4	−1.0	+3.2	+1.2	4	3
89 März 6	−1.0	+4.5	−2.9	4	2
89 März 7	−1.6	+4.8	+0.1	4	3
89 April 3	+1.3	+5.5	−2.8	6	5
89 April 4	+1.3	+4.4	−2.3	7	6
89 April 5	+1.7	+4.5	−3.2	6	4
89 April 6	+1.8	+4.5	−3.1	7	7
89 April 19	+2.8	+5.1	−3.4	6	6

Erklärung.

Columne 1 enthält das Datum,
» 2 » den Stundenwinkel der 1. Bestimmung,
» 3 » » » » 2. »
» 4 » die Differenz der Resultate beider Bestimmungen,
» 5 » Anzahl der Durchgänge bei der 1. Bestimmung,
» 6 » » » » » » 2. » .

Aus den oben gegebenen mittleren Fehlern einer Parallel-Bestimmung wird der durchschnittliche Werth des mittleren Fehlers einer Differenz von 2 Bestimmungen für Methode I zu ± 1'.9, für Methode II zu ± 1'.3 berechnet. Der mittlere Fehler ist also oft von derselben Grösse, wie die Differenz selbst. Hiernach empfahl es sich, auch für die meisten dieser 21 Abende einfach das Mittel aus beiden Bestimmungen zur Reduction zu verwenden. Nur für solche Abende, wo die durch die einzelnen Durchgänge erhaltenen Bestimmungen der Beobachtungen am Anfang und Ende ziemlich augenfällig durch ihren gemeinsamen Mittelwerth getrennt sind, an denen also die Bestimmungen vorher z. B. durchweg grösser, die nachher kleiner sind als das Mittel aus beiden Bestimmungen, wurde, wenn ausserdem noch der speciell für diesen Abend berechnete mittlere Fehler der Differenz kleiner war als die Differenz selbst, eine Variation ausgerechnet. Da, wie wir später sehen werden, für Declinations-Messungen die Einstellung des Fadennetzes um beinahe 1° vom scheinbaren Parallel abweichen kann, ohne dass hierdurch merkliche Fehler entstehen, so brauchen zur Ermittelung einer Variation nur die Abende berücksichtigt zu werden, an denen AR.-Unterschiede gemessen wurden, also folgende sechs:

	1	2	3	4	5	6	7
1.	88 Nov. 13	-3^h0	$+0^h5$	$-1'3$	$\pm1'25$	$-1'3$	0
2.	89 April 3	+1.3	+5.5	−2.8	±1.24	−4.0	−1.2
3.	89 April 4	+1.3	+4.4	−2.3	±1.07	−2.5	−0.2
4.	89 April 5	+1.7	+4.5	−3.2	±0.93	−2.4	+0.8
5.	89 April 6	+1.8	+4.5	−3.1	±0.79	−2.4	+0.7
6.	89 April 19	+2.8	+5.1	−3.4	±1.26	−2.8	+0.6

Die Columnen enthalten der Reihe nach: Datum, Stundenwinkel der 1. Bestimmung, Stundenwinkel der 2. Bestimmung, Differenz der Resultate der beiden Bestimmungen im Sinne: »2. Bestimmung minus 1. Bestimmung«, mittlerer Fehler der Differenz, ausgeglichene Differenz, und »Rechnung minus Beobachtung«.

Diese 6 Abende zeigen nun allerdings eine grössere Gleichmässigkeit, und innerhalb der Sicherheit der Bestimmungen überhaupt darf man wohl annehmen, dass für alle 6 Abende die Variation dieselbe sei. Deshalb wurde zur Ermittelung derselben eine Ausgleichung der 6 Abende vorgenommen unter Berücksichtigung der 1. und 2. Potenzen der Stundenwinkel. Sind Θ_1 und Θ_2 die Stundenwinkel bei der 1. und 2. Bestimmung, so wurden die 6 Gleichungen in der Form angesetzt:

$$(\Theta_2 - \Theta_1)\,v + (\Theta_2^2 - \Theta_1^2)\,v' = D$$

und es ergaben sich

$$v = -\,0'.009 \pm 0'.128$$
$$v' = -\,0'.139 \pm 0'.035.$$

Das von den 1. Potenzen von Θ abhängige Glied ist also ganz zu vernachlässigen. Wie die Differenzen R — B zeigen, ist die Darstellung durch diese Werthe eine leidlich zufriedenstellende. Der grösste übrigbleibende Fehler 1'2 ist immer noch etwas kleiner, als der Fehler, der bei einfachem Mittelnehmen entstanden wäre. Mit dem Factor v' wurde zunächst aus jeder der beiden Bestimmungen eines Abendes der Nullpunkt für 0^h0 Stundenwinkel gerechnet; die beiden so erhaltenen Werthe wurden dann gemittelt und von diesem ausgeglichenen Nullpunkte aus der Nullpunkt für jeden in Frage kommenden Stundenwinkel wiederum mit dem Factor v' berechnet. — In Columne 8 der Tabelle 4 ist für die betreffenden Abende der ausgeglichene Nullpunkt für $\Theta = 0^h0$ gegeben.

Als für die Correction der Beobachtungen in Rücksicht zu ziehender Werth von p, der Neigung des Instrument-Parallels gegen den scheinbaren, wurde die Differenz zwischen den Angaben der Columnen 8 und 6 der Tabelle 4 genommen, wobei zu bemerken ist, dass die Werthe der Columne 8 die Ablesung so geben, als wenn die Bestimmung immer mit dem Hauptfaden geschehen sei. Ist also mit einem andern Faden als dem Hauptfaden gemessen worden, so muss der Werth in 8 noch corrigirt werden um den Betrag des Winkels, welchen der Hauptfaden mit dem betreffenden Faden einschliesst. Ausser der Bestimmung dieser Winkel auf Seite 163 sind ihre Beträge noch auf zwei anderen Wegen ermittelt worden; nämlich einmal ergeben sie sich aus den Unterschieden der Positionskreis-Ablesungen, wenn man auf den scheinbaren Parallel der Reihe nach mit den verschiedenen Fäden des Netzes einstellt, und dann lassen sie sich leicht berechnen aus den Unterschieden der Resultate, die man erhält, je nachdem man die Fadendistanzen längs des Fadens *A* oder *C* mit der Mikrometerschraube misst. Hier folgen die Werthe, die auf diese drei Arten erhalten wurden, in Columne 1 die aus Messungen mit der Theilmaschine, in Columne 2 die aus Parallel-Bestimmungen, und in Columne 3 die aus Messungen mit der Schraube gewonnenen. Columne 4 enthält die definitiven Werthe, d. h. die Mittelwerthe der Columnen 1 bis 3, wenn man den Werthen unter 2 das Gewicht $\frac{1}{2}$ giebt, da die zu ihrer Gewinnung angewendete Methode bedeutend unsicherer ist als die beiden andern.

Faden	1	2	3	4
1—7	+5.′6	+4.′2	+3.′9	+4.′6
2—7	+4.9	+2.8	+3.2	+3.8
3—7	+2.6	+2.7	+1.9	+2.3
4—7	+1.3	+0.5	+0.8	+0.9
5—7	−1.3	−0.9	−2.6	+1.7
6—7	+2.0	+0.5	+1.2	+1.4
8—7	+3.9	+3.1		+3.6
9—7	+6.1	+6.8		+6.3

Für die oben erwähnte Reduction kommen nur in Betracht die Werthe 1—7 und 8—7; diese sind genügend sicher bestimmt.

Der Winkel p ist für Declinations-Messungen, so lange er kleiner bleibt als 1°, und wenn die Einstellungen der beiden Sterne möglichst genau an demselben Stundenfaden geschehen, ganz ohne



Einfluss, da der scheinbare Declinations-Unterschied gleich ist dem gemessenen multiplicirt mit $\cos p$. — Für $\Delta\delta = 10'$ würde die anzubringende Correction bei $p = 1^\circ$ erst $0''.1$ ausmachen. p wurde immer so klein gehalten, dass die Correction vernachlässigt werden konnte.

Die AR.-Messungen müssen um den Betrag

$$\Delta\delta \cdot p \cdot \sec\delta$$

corrigirt werden. Diese Correction wurde für die 6 Abende mit variablem p mit der Correction für Refraction verbunden. Für die Abende mit constantem p wurde sie aber allein angebracht und die Refraction ganz vernachlässigt, da in diesem Falle die Unsicherheit der Correction für p grösser ist als der Betrag der Refraction.

Die Berechnung der Refraction geschah mit einer mittleren Declination $\delta = 9^\circ 35'$ für alle AR.-Messungen und für diejenigen Declinations-Messungen, die in einem Stundenwinkel kleiner als 3^h angestellt worden waren; für die Stundenwinkel zwischen 3^h und 5^h wurde sie in Declination gesondert gerechnet für $\delta = 9^\circ 5'$, $9^\circ 15'$, $9^\circ 35'$ und $9^\circ 55'$, was sich als hinreichend genau erwies für die vorkommenden δ-Differenzen.

Wie schon bemerkt, musste darauf geachtet werden, dass bei den Declinations-Messungen die Einstellungen der beiden zu messenden Sterne möglichst genau an demselben Stundenfaden erfolgten. Der gleiche Fehler, der hierdurch vermieden werden sollte, wäre entstanden, wenn der Faden B, an dem mit nur wenigen, später zu erwähnenden Ausnahmen die Einstellungen geschahen, nicht parallel zu der Schlittenführung war. Seine Stellung gegen diese musste deshalb untersucht werden, und dies geschah mit Hülfe des Ocular-Mikroskopes, indem die Striche der Glasscala dem Faden B parallel gestellt wurden. Schätzte man nun die Stellung des Fadens B zwischen zwei Scalenstrichen, bewegte dann den Faden um einige Schrauben-Revolutionen vorwärts und schätzte seine Stellung wiederum, so gab das Verhältniss der seitlichen Verschiebung des Fadens gegenüber den Scalenstrichen zur Grösse seiner Vorwärtsbewegung durch die Schraube den Winkel, welchen er mit der Richtung der Schlittenführung bildete. Es fanden sich so folgende Werthe:

88 Nov. 20	+0.'9	Mittel −1.'7.
88 Dec. 7	−3.7	
89 Jan. 14	−2.1	
89 Jan. 29	+0.1	
89 Juni 11	−3.8	

Der so erhaltene Mittelwerth — 1.'7 ist erstens nicht sehr sicher, dann aber giebt er auch nichts aus, da ja bei den Messungen nur ganz wenige Schrauben-Umdrehungen nothwendig waren, um von einem Stern auf den andern zu gelangen. Bemerkt sei hier noch, dass, wenn man die zu diesem Zwecke angestellten Beobachtungsreihen trennt, je nachdem die Schrauben-Ablesungen über oder unter 15.r0 liegen, eine Drehung des Schlittens aufzutreten scheint, die von positiven Werthen nach negativen geht bei wachsenden Revolutionen, den Betrag von einer Minute aber nicht überschreitet. Hierfür sprechen auch die Zahlen, welche man erhält, wenn man mit ein und demselben Faden Parallel-Bestimmungen macht bei verschiedenen Ablesungen der Mikrometerschraube. Die Beträge sind aber so klein, dass sie auf die Messungen nicht von dem geringsten Einfluss wären; deshalb wurde diese Sache auch nicht weiter verfolgt. Herr Dr. PETER fand bei seinen Mikrometer-Untersuchungen mit anderen Methoden genauere Werthe für eine Drehung in demselben Sinne.

Ueber die Messungen selbst ist noch Folgendes zu bemerken: Rectascensions- und Declinations-Differenzen wurden getrennt beobachtet. In Rectascension wurden 8 Durchgänge, in Declination 4 Einstellungen eines Sternpaares als genügend für die Bestimmung eines Abendwerthes angesehen. Im Ganzen sollte die Bestimmung jeder Coordinate an 6 Abenden vorgenommen werden und zwar gleichmässig vertheilt auf beide Schraubenlagen des Positionskreises, abgesehen von den brauchbaren Beobachtungen der älteren Reihe. Doch gelang dies nur für die Rectascension ziemlich vollständig. In Declination sind nur 4 Messungen im Durchschnitt für jedes Sternpaar erhalten worden, und diese sind leider nicht gleichmässig auf beide Lagen der Schraube vertheilt. Das Wetter war in den Monaten Februar und März 1889 zu ungünstig, um das Programm in dem einen Winter vollständig durchführen zu können, und das Instrument wurde im Frühjahr 1889 abgebrochen, sodass Nachmessungen nicht



stattfinden konnten[1]). — Alle Messungen geschahen in einer Lage des Instrumentes, nämlich bei vorangehendem Fernrohr.

Die Fadenantritte wurden registrirt, und aus den Registrirungen wurden die Stundenwinkel gerechnet. Der ganze Bereich des Sternhaufens war in mehrere Zonen getheilt worden, und es wurden womöglich Antritte aller Sterne einer Zone bei ein und demselben Durchgange registrirt.

Die Bestimmung des Stundenwinkels für die Declinations-Messungen erfolgte meistens mit Hülfe einer genau nach Sternzeit eingestellten Taschenuhr, die am Ocularkopfe aufgehangen war.

Die Beobachtungen geschahen zum grössten Theil bei Fadenbeleuchtung, wenige nur bei hellem Feld mit weissem oder rothem Licht. Die Messung schwächerer Sterne bei hellem Felde machte während der Beobachtung den Eindruck grösserer Unsicherheit, deshalb wurde die andere Beleuchtungsart vorgezogen, wenn sie auch die Augen stärker angriff.

Für zwei Sterne mit beinahe gleicher Rectascension wurde, weil kein Uhrwerk vorhanden war, ein besonderes Beobachtungsverfahren angewendet. Diese wurden nämlich in Rectascension stets, in Declination vom 28. Februar ab[2]), an zwei verschiedenen Fäden bez. Querfäden beobachtet resp. eingestellt, und zwar in wechselnder Reihenfolge. War Stern *A* zuerst an Faden 1 und Stern *B* an Faden 2 beobachtet worden, so wurden dann ebensoviel Durchgänge registrirt, bei denen Stern *B* an Faden 1 und Stern *A* an Faden 2 beobachtet wurde. Entsprechend geschahen die Declinations-Einstellungen der zu messenden Sterne an den Fäden *B* und *C*, oder *B* und *A* abwechselnd. Sind dann $\varDelta\alpha_1$ und $\varDelta\alpha_2$ die auf beide Arten gefundenen

---

1) Im Folgenden sind nur Differenzen aufgeführt, die an mindestens 2 Abenden beobachtet wurden.

2) Vorher waren Sternpaare von sehr grosser oder kleiner AR.-Differenz beobachtet worden, indem nach der Beobachtung des ersten Sternes der zweite Stern mittelst Bewegung des Fernrohres durch die Schnur herangeholt worden war. Da aber diesem Beobachtungsverfahren die Schuld gegeben wurde, dass ein constanter Unterschied zwischen den δ-Messungen in beiden Schraubenlagen des Positionskreises auftrat, wurde zu der Beobachtung an zwei Fäden übergegangen, bei kleinen AR.-Differenzen; bei Sternpaaren mit grosser AR.-Differenz wurde einfach gewartet, bis die tägliche Bewegung den zweiten Stern heranbrachte.

AR.-Differenzen, $\Delta\delta_1$ und $\Delta\delta_2$ die beiden δ-Differenzen, so wären $\Delta\alpha$ resp. $\Delta\delta$, die scheinbare AR.- resp. Decl.-Differenz

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta\alpha_1 - \Delta\alpha_2}{2}, \qquad \Delta\delta = \frac{\Delta\delta_1 + \Delta\delta_2}{2},$$

wenn das Netz vollkommen wäre, d. h. wenn alle Fäden parallel wären, resp. Winkel von 90° mit einander bildeten. Da dies aber bei dem hier benutzten Netz nicht der Fall war, mussten kleine Correctionen angebracht werden. Für Rectascension wird die Correction nach der Formel berechnet:

$$-\tfrac{1}{2}\Delta\delta \cdot \beta \cdot \sec\delta,$$

wo β die Neigung der bei den Antritten benutzten Fäden gegen einander ist. — Bezeichnet man für die Declinations-Messungen die Abstände der beiden Messungsfäden längs der beiden für die Einstellung benutzten Querfäden mit f_1 und f_2, und ist $f_2 - f_1 = c$, so ist die Correction für diese Declinations-Messungen einfach gleich

$$+\frac{c}{2}.$$

Es erübrigt also noch die Distanzen der Fäden 1 bis 9, gemessen längs der Querfäden A und C, zu berechnen. Dazu wurden die Angaben dieser Distanzen in Mikrons, wie sie die Ausmessung des Netzes mit der Theilmaschine ergeben hat, benutzt. Diese Messungen haben allerdings nur das halbe Gewicht von den an Faden B vorgenommenen, doch hat ja die halbe Differenz c wieder dasselbe Gewicht. Hier folgt eine Zusammenstellung der Abstände der Fäden 1 bis 9 längs der Querfäden A, B, C, aus der sich die Werthe für die c ohne Mühe ergeben.

Fadenpaar	*A*	*B*	*C*
1 — 2	27ᵘ09	27ᵘ17	27ᵘ26
2 — 3	24.59	24.85	25.13
3 — 4	26.27	26.49	26.59
4 — 5	28.74	29.00	29.38
5 — 6	25.42	25.06	24.62
6 — 7	25.23	25.46	25.72
7 — 8	214.03	213.56	212.98
8 — 9	187.79	187.53	187.35

Bei diesen Messungen von Sternpaaren mit kleinen AR.-Differenzen wurden für jede der beiden Faden-Combinationen nur 4 Durchgänge in Rectascension, oder 2 Einstellungen in Declination als zur



Bestimmung eines Abendwerthes genügend erachtet; der Mittelwerth der Messungen mit einer Faden-Combination hatte also nur das Gewicht ¼ gegenüber den andern Abendwerthen, ihre halbe Summe oder Differenz war aber wieder von gleichem Gewicht mit diesen.

Von anderen Reductionen wurden noch die auf den Anfang des Beobachtungs-Jahres und, wenn nöthig, auf das mittlere Aequinoctium 1885.0 angebracht. Beide Reductionen wurden für vier den Sternhaufen einschliessende Eckpunkte gerechnet. Für jeden einzelnen Beobachtungstag wurden dann Täfelchen aufgestellt, die schon die Summe beider Reductionen enthielten, so dass man aus ihnen direct die Reduction vom Beobachtungstag auf m. Aequ. 1885 entnehmen konnte. — Wie ich schon bei der Mikrometer-Untersuchung erwähnt habe, war der Einfluss des fortschreitenden Ganges der Schraube und der Temperatur auf den Werth einer Schrauben-Umdrehung bei diesen Messungen so gering, dass er vernachlässigt werden konnte, während die periodischen Fehler der Schraube durch die Beobachtungs-Methode im Allgemeinen eliminirt sein sollen.

Wegen der Beobachtungs-Methoden und der Reduction der älteren Beobachtungen kann ich auf die Arbeit des Herrn Dr. PETER verweisen, da ich bei diesen Beobachtungen genau in derselben Weise verfahren bin, wie er. Auch waren die benutzten Reductions-Grössen, wie der Werth einer Schrauben-Revolution, die Correctionen wegen fortschreitenden Ganges, wegen periodischen Ganges und wegen des Einflusses der Temperatur auf den Werth einer Schrauben-Umdrehung die dort aufgeführten.

Tabelle 6 enthält die meteorologischen Daten der in Betracht kommenden Beobachtungstage. Für die Beobachtungsjahre 85, 86, 87 geben die Columnen dieser Tabelle der Reihe nach: Datum, äusseres Thermometer, inneres Thermometer, Barometer, Thermometer in der Kuppel, Fernrohrlage[1]), Schraubenlage, Nullpunkt des Positionskreises, Angabe der Fäden, die zur Coincidenz-Bestimmung benutzt worden waren, und Coincidenz; für die Jahre 88 und 89 Datum, äusseres Thermometer, inneres Thermometer, Barometer, Thermometer in der Kuppel, und Schraubenlagen, in denen beobachtet wurde. Die Thermometer hatten alle die Celsius-Scala.

1) Die älteren Beobachtungen waren in beiden Fernrohrlagen angestellt worden.



Tabelle 6.

				1885						
Nov.	20	− 3°8	+ 2°0	754^mm	− 1°8	R.	o.	0° 26.′5		
Dec.	2	+ 1.5	+ 6.3	758	+ 1.0	R.	o.	0 26.5	B III	32ʳ2768
Dec.	7	− 1.4	+ 3.4	751	− 1.0	R.	o.	0 25.5	B II	16.2540
Dec.	20	− 1.3	+ 2.0	761	+ 0.7	R.	u.	0 27.0		
Dec.	27	0.0	+ 1.9	761	+ 0.4	R.	o.	0 26.5		
Dec.	30	− 2.2	+ 1.3	753	− 1.3	R.	o.	0 27.0		
				1886						
Febr.	5	− 4°5	+ 0°9	753^mm	− 1°4	R.	o.	0° 27.′0		
Febr.	8	− 8.8	− 1.5	773	− 5.9	R.	o.	0 27.0		
Febr.	9	− 4.7	− 1.7	766	− 3.3	R.	o.	0 27.0		
Febr.	20	− 1.4	− 0.5	756	− 0.7	R.	o.	0 27.0		
Febr.	25	− 2.5	− 0.2	754	− 1.0	R.	o.	0 27.5		
Febr.	28	−11.9	− 2.0	760	− 7.9	R.	o.	0 27.5		
März	8	− 6.6	− 1.2	764	− 3.6	R.	o.	0 27.0		
März	9	− 5.6	− 1.6	763	− 3.6	R.	o.	0 27.5		
März	10	− 8.5	− 1.9	763	− 4.1	R.	o.	0 27.5		
März	25	+ 5.8	+ 4.0	755	+ 8.3	R.	o.	0 27.5		
März	29	+ 9.3	+11.6	750	+12.6	L.	u.	0 27.5		
April	1	+ 5.8	+ 8.6	763	+ 8.8	L.	o.	0 27.5		
April	2	+ 8.8	+ 9.1	758	+11.2	L.	o.	0 27.5		
April	3	+15.7	+10.5	755	+16.6	L.	o.	0 27.5		
April	7	+ 8.4	+ 9.8	754	+ 9.4	L.	o.	0 27.5		
April	11	+ 5.6	+ 7.8	747	+ 7.4	L.	o.	0 27.5		
April	18	+10.4	+10.6	751	+11.0	L.	u.	0 27.0		
Sept.	30	+10.2	+14.8	754	+13.1	R.	u.	0 27.0	B II	16ʳ2100
Oct.	1	+10.8	+15.2	751	+13.5	R.	u.	0 27.0		
Oct.	18	+ 4.7	+11.0	746	+ 9.1	R.	u.	0 27.0	B II	16.3037
Oct.	29	+ 2.1	+ 8.0	764	+ 5.4	R.	u.	0 26.0	B II	16.3061
Oct.	30	+ 0.8	+ 7.7	762	+ 5.5	R.	u.	0 26.0		
Nov.	3	+ 2.8	+ 7.7	756	+ 5.4	R.	u.	0 26.0	B II	16.3036
Nov.	9	+ 2.7	+ 8.3	743	+ 5.7	R.	u.	0 27.0	B II	16.2986
				1887						
Jan.	7	− 7°1	− 1°0	736^mm	− 4°1	R.	o.	0° 27.′0	B II	16ʳ3241
Jan.	8	− 4.9	− 0.7	740	− 2.7	R.	o.	0 27.0	B II	16.3172
Jan.	18	−12.0	− 4.5	759	− 9.0	R.	o.	0 27.5	B II	16.3183
Jan.	19	− 6.7	− 4.4	758	− 4.8	R.	o.	0 27.5	B II	16.3239
Jan.	21	− 0.9	− 1.4	763	+ 0.1	R.	o.	0 27.5	B II	16.3252
Jan.	26	+ 0.3	+ 0.2	764	+ 1.3	R.	o.	0 27.0	B II	16.3191
Jan.	27	− 1.6	+ 0.5	764	+ 0.3	R.	o.	0 27.5	B II	16.3250
März	1	+ 3.2	+ 3.0	764	+ 5.0	R.	o.	0 27.5	B II	16.3330



1888

Nov.	5	− 3°5	+5°0	758mm	+ 1°1	r.
Nov.	8	− 3.5	+2.5	758	− 1.1	r.
Nov.	9	− 3.7	+2.2	759	− 1.4	r.
Nov.	10	− 4.8	+1.2	760	− 2.6	r.
Nov.	11	− 4.2	+1.6	757	− 1.8	r.
Nov.	12	− 3.6	+1.5	755	− 1.9	r.
Nov.	13	− 3.5	+1.0	754	− 2.0	r.
Nov.	30	+ 5.2	+6.8	746	+ 5.8	l.
Dec.	1	+ 4.7	+6.7	752	+ 3.8	l.
Dec.	3	+ 1.8	+6.1	760	+ 4.5	l.
Dec.	4	+ 1.3	+5.5	761	+ 3.1	l.
Dec.	5	− 0.4	+4.7	762	+ 2.7	l.
Dec.	7	− 1.3	+3.5	760	+ 1.9	r. u.
Dec.	8	− 0.7	+3.3	757	+ 1.4	r. u.
Dec.	10	+ 0.7	+3.7	754	+ 1.2	u.
Dec.	13	− 5.4	+1.5	765	− 2.6	l. u.
Dec.	14	− 4.5	+0.5	760	− 2.0	u.
Dec.	21	− 3.6	+1.2	742	− 0.6	u.
Dec.	22	− 0.4	+1.3	743	+ 0.2	u.
Dec.	25	+ 3.3	+2.8	748	+ 3.2	u.
Dec.	27	− 1.5	+2.5	755	+ 0.9	u.
Dec.	28	− 0.8	+2.1	751	+ 1.4	u.
Dec.	29	− 1.2	+2.0	751	+ 0.8	u.
Dec.	30	+ 0.3	+2.2	752	+ 1.5	u.

1889

Jan.	2	−10°2	−1°0	768mm	− 7°0	u.
Jan.	3	−10.2	−1.7	769	− 7.1	u.
Jan.	4	− 8.0	−1.9	765	− 4.9	u.
Jan.	5	− 6.4	−1.9	759	− 3.8	u.
Jan.	6	− 4.4	−1.8	755	− 2.8	u.
Jan.	12	+ 0.6	+0.3	743	+ 1.2	u.
Jan.	13	− 4.6	−0.2	752	− 3.0	u.
Jan.	14	−10.8	−1.9	757	− 5.7	u.
Jan.	15	−10.8	−3.5	755	− 8.6	u.
Jan.	27	− 0.7	+0.9	765	0.0	u.
Febr.	3	− 4.0	+1.8	736	− 0.4	o.
Febr.	5	− 5.4	−0.2	747	− 4.3	o.
Febr.	7	− 1.9	+0.2	741	− 1.3	o.
Febr.	13	−10.6	−3.0	752	−10.0	o.
Febr.	28	− 7.3	−2.0	745	− 3.9	o.
März	4	− 6.8	−1.9	754	− 4.5	o.
März	5	− 4.7	−1.8	756	− 3.1	o.
März	6	− 7.2	−2.0	759	− 4.2	o.
März	7	− 1.0	−1.2	752	− 0.1	o. u.

März 9	+ 0°7	+0°2	749mm	+ 3°3	o.
März 16	− 4.2	−0.2	758	− 2.6	u.
März 26	+ 5.1	+4.1	745	+ 6.5	u.
März 28	+ 4.8	+4.3	759	+ 5.7	u. l.
April 3	+ 1.1	+4.8	744	+ 3.7	r.
April 4	+ 3.1	+4.9	743	+ 5.1	r.
April 5	+ 4.2	+5.2	742	+ 5.5	r.
April 6	+ 6.0	+5.9	741	+ 7.3	l. r.
April 16	+ 3.7	+5.9	746	+ 6.0	r.
April 19	+11.4	+6.9	756	+11.2	l. r.

Tabelle 7 enthält die im Beobachtungs-Journale vorgefundenen Bemerkungen. Die Beobachtungen vom 3. April 1889 wurden von der Rechnung ausgeschlossen, da sie durchweg stark von den Beobachtungen anderer Tage abwichen und sich in kein System bringen liessen. Wahrscheinlich war durch unvorsichtige Manipulation mit dem Schutztuche, das beim Beobachten über den Kopf gezogen wurde, um störendes Licht von seitwärts fernzuhalten, und welches am Ocularkopf des Refractors befestigt war, die Feinbewegungsschraube des Positionskreises zu wiederholten Malen verstellt worden.

Tabelle 7.

1885.

Nov. 20 ☾ Sehr unruhige Bilder.
Dec. 2 Beleuchtungslampe brennt unruhig; Chronograph schreibt unregelmässig.
Dec. 7 Luft ruhig; Bilder wechselnd, manchmal recht scharf.
Dec. 20 Bilder unruhig, aber scharf.
Dec. 27 Sehr stürmisch, II—III.
Dec. 30 Luft und Bilder gut, zuletzt schlechter.

1886.

Febr. 5 Nebel.
Febr. 8 Luft durchsichtig, Bilder ruhig, aber verwaschen. Fadenbeleuchtung schlecht.
Febr. 9 Luft II, Bilder erst sehr verwaschen, dann besser. Fadenbeleuchtung schlecht.
Febr. 20 Dunst und ☾. Schwache Sterne nicht oder schwer sichtbar. Bilder scharf. Luft ruhig.
Febr. 25 Luft nicht durchsichtig, Bilder aber gut.
Febr. 28 Luft unruhig, aber durchsichtig, Bilder zerfahren.
März 8 Bilder gut, Luft etwas unruhig.



März 9 Luft durchsichtig, aber sehr unruhig, Bilder später wegen Bewölkung verwaschen.
März 10 Luft gut, Bilder verschwommen, Beleuchtung schlecht.
März 25 Bilder ganz schlecht, Luft sehr unruhig.
März 29 Luft anfangs sehr unruhig, dann besser. III.
April 1 Bilder anfangs sehr verwaschen, Luft unruhig, dann besser. III.
April 2 Luft und Bilder in grösseren Stundenwinkeln ganz schlecht, * 32 nur als breiter Streifen sichtbar. Vorher Luft und Bilder II.
April 7 Bilder ganz verwaschen, oft durch Wolken beobachtet. IV.
April 11 Fadenbeleuchtung schlecht wegen ☾; plötzlich vollständig bedeckt.
April 18 Wegen Bewölkung Beobachtung bald aufgegeben. IV.
Sept. 30 Bilder, Luft II.
Oct. 1 Luft erst sehr unruhig, dann besser.
Oct. 18 Bilder verwaschen, Luft gut. ☾.
Oct. 29 Bilder und Luft II, etwas unruhig.
Oct. 30 Wegen Unwohlseins Beobachtung aufgegeben.
Nov. 3 Bilder verwaschen und unruhig; Wolken und Nebel. Bisweilen aber sehr durchsichtige Luft.
Nov. 9 ☾ Oft Wolken, sonst II.

1887.

Jan. 7 ☾ Bilder und Luft gut.
Jan. 8 Luft unruhig, Bilder etwas verwaschen. Nebel, Wolken. III.
Jan. 18 Wegen grosser Kälte klemmt das Instrument bei AR.-Bewegung. Aus demselben Grunde sind wohl alle Messungen dieses Abends minderwerthig.
Jan. 19 Bilder und Luft ausgezeichnet.
Jan. 21 Bilder und Luft gut. Himmel plötzlich bedeckt.
Jan. 26 Luft sehr wechselnd, Bilder gut.
Jan. 27 Luft sehr durchsichtig, Bilder gut, zuerst schlechter.
März 1 Luft und Bilder gut. ☾.

1888.

Nov. 5 Luft durchsichtig, aber sehr unruhig. Die hellen Fäden erschienen nach kurzer Zeit verschwommen.
Nov. 8 Luft und Bilder gut, zuletzt durch Wolken beobachtet; dann wegen Bewölkung Beobachtung aufgegeben.
Nov. 9 Luft ruhig; Bilder oft verschwommen. Augen waren sehr bald angegriffen, deshalb die hellen Fäden oft verwaschen gesehen.
Nov. 10 Luft und Bilder sehr gut.
Nov. 11 Luft und Bilder gut, gegen Morgen aber etwas unruhig. — Die Tasterfeder am Chronographen hat stellenweise schlecht oder gar nicht geschrieben.
Nov. 12 Luft und Bilder gut; bei der ersten Index-Bestimmung unruhigere Bilder.

Nov. 13 Bilder etwas verwaschen, später besser. Luft unruhig, Augen angegriffen, deshalb Fäden nicht immer scharf gesehen.

Nov. 30 Luft sehr durchsichtig, aber häufig leichte Wolken. Schwache Sterne sehr unsicher.

Dec. 1 Immer durch Wolken beobachtet; Bilder unruhig und matt.

Dec. 3 Luft und Bilder sehr gut, zu Anfang und Ende aber unruhig. Augen angegriffen.

Dec. 4 Luft äusserst durchsichtig, aber etwas unruhig; Bilder nicht immer scharf. — Hauptstern 14 als Doppelstern vermuthet, er erschien als Streifen von unten links nach oben rechts. — Zähler des Registrir-Apparates blieb oft hängen; dadurch bei ausgefallenen Secundenzeichen die Streifen-Ablesung etwas unsicherer.

Dec. 5 Luft durchsichtig, aber unruhig, Bilder sonst gut. Fäden zuweilen nicht scharf. — Hauptstern 14 vermuthlich doppelt gesehen.

Dec. 7 Luft und Bilder ziemlich gut, etwas unruhig. Fäden oft verschwommen.

Dec. 8 Luft unruhig, Bilder leidlich; Fäden oft verschwommen. — Nach Schluss der Messungen auf Hauptstern 14 focusirt; doch konnte ich ihn nicht wirklich trennen, der Stundenwinkel war wohl zu gross.

Dec. 10 Bilder leidlich gut, Luft unruhig. Beobachtung durch vollständige Bewölkung abgebrochen.

Dec. 13 Luft bei der 1. Index-Bestimmung sehr unruhig; dann aber Luft und Bilder gut. Fäden nicht immer scharf. ☾.

Dec. 14 Bilder leidlich, aber recht unruhig. ☾ und Dunst, Cirrostrati. Schwache Sterne nicht sichtbar.

Dec. 21 Nur eine Messungsreihe erhalten, dann vollständig neblig.

Dec. 22 Nur 2 Reihen erhalten, dann Nebel.

Dec. 25 Immer durch Wolken beobachtet. Bilder unruhig und oft ganz schwach.

Dec. 27 Luft und Bilder recht gut.

Dec. 28 Bilder zuerst unruhig, dann wegen Wolken und Nebel verwaschen und schwach.

Dec. 29 Bilder unruhig und verwaschen, besonders gegen Ende. Schwache Sterne schlecht. Herr Dr. PETER sah den Hauptstern 14 ebenfalls doppelt.

Dec. 30 Bilder leidlich, aber sehr unruhig. Schwache Sterne schwierig zu messen. Gegen Ende immer Wolken, dann ganz bedeckt.

1889.

Jan. 2 Bilder ziemlich gut, doch Luft sehr unruhig. Schwache Sterne schwierig zu messen.

Jan. 3 Bilder scharf, Luft leidlich gut. Fadenbeleuchtung wird nach und nach ganz schwach, da der Gasdruck wegen der Kälte geringer wird. Die Beobachtung musste deshalb schliesslich ganz aufgegeben werden. Auch die Elasticität der Spiralfeder, die der Mikrometerschraube entgegenwirkt, war eine geringere als sonst.

Jan. 4 Bilder scharf und Luft durchsichtig, aber während der ersten Hälfte ausserordentlich unruhig. Die Fadenbeleuchtung ist mangelhaft, da das Gas schlecht brennt.

Jan. 5 Luft äusserst unruhig, Bilder leidlich, oft matt. Nebel.

Jan. 6 Bilder ausserordentlich unruhig, doch meistens sehr scharf, anfangs matt. Sturm. Luft zuletzt sehr durchsichtig.

Jan. 12 Bilder ganz unruhig, IV. ☾, ☾Hof. Dunst und Cirri. Zuletzt ganz trübe.

Jan. 13 Bilder zerfahren und unruhig, Ruhe und Schärfe V, in der Mitte der Messungsreihe IV. ☾, ☾Hof.

Jan. 14 Luft und Bilder II. Die Beobachtung musste wegen vollständiger Bewölkung abgebrochen werden.

Jan. 15 Bilder leidlich scharf, aber ganz und gar unruhig, IV. Dunst, ☾, ☾Hof. Die Fadenbeleuchtung wird nach und nach schlechter, da das Gas allmählich versagt.

Jan. 27 Luft sehr unruhig, Bilder theilweise verschwommen. Oft Wolken und zuletzt ganz bedeckt. Während der Beobachtungen mit »Schraube unten« Zugschnur für AR.-Bewegung zur schnelleren Bewerkstelligung der Messungen vielfach benutzt, und wohl nicht immer mit der nöthigen Vorsicht.

Febr. 3 Luft sehr unruhig, Bilder verschwommen und aufgeblasen.

Febr. 5 Ganz schlechte Bilder, Luft äusserst unruhig, wenn auch durchsichtig. IV. Durch Bewölkung Beobachtung abgebrochen.

Febr. 7 Bilder aufgeblasen und unruhig, Luft aber durchsichtig. III—IV. Fadenbeleuchtung mangelhaft, Fäden erscheinen fast immer dick. Zuletzt ganz bedeckt.

Febr. 13 Luft und Bilder ganz schlecht, IV. Das Gas friert nach und nach ganz ein, deshalb Fadenbeleuchtung ganz schlecht. ☾, ziemlich voll.

Febr. 28 Luft und Bilder III, letztere zerfahren. Immer Cirri. Zuletzt ganz bedeckt.

März 4 Luft erst sehr unruhig, dann besser. Ruhe II—III, Schärfe III—IV. Immer Nebel. Augen sind sehr angegriffen.

März 5 Von Anfang an Wolken, sehr bald ganz bedeckt.

März 6 Ruhe II, Schärfe II—III. Bei 1. Index-Bestimmung Luft sehr unruhig.

März 7 Luft sehr wechselnd, eine Zeit lang sehr durchsichtig und klar. Zuletzt ganz schlecht. Ruhe und Schärfe II—III im Durchschnitt.

März 9 Bilder und Luft, besonders bei der Index-Bestimmung und Messung der Hauptsterne ganz schlecht. Schärfe III, Ruhe IV. Sehr bald ganz bedeckt.

März 16 Schärfe II, Ruhe IV. Von Anfang an Dunst und Cirri. Wegen vollständiger Bedeckung Beobachtung bald aufgegeben. Bei der Index-Bestimmung Bilder ganz und gar unruhig.

März 23 Mit Cirri der Himmel schon gleich am Anfang überzogen, und sehr bald ganz trübe.

März 26 Sterne ganz schwach. Ruhe und Schärfe III. Himmel sehr bald ganz bedeckt.
März 28 Immer Wolken, Sterne ganz schwach. Ruhe III, Schärfe II. Himmel sehr bald ganz trübe.
April 3 Ruhe und Schärfe III—IV, manchmal noch schlechter. Das Relais am Registrir-Apparat hat mangelhaft gearbeitet. Die Beobachtungen dieses Abendes sind nicht verwerthet worden, da sie fast alle beträchtlich von den andern Resultaten abwichen und sich diese Abweichungen in kein System bringen liessen.
April 4 Bei 1. Index-Bestimmung Ruhe IV, dann Ruhe und Schärfe II. Sehr durchsichtige Luft; Hauptstern 14 als Doppelstern ganz deutlich gesehen. Wegen nicht günstig gewählter Combinationen mussten Fadenantritte oft ziemlich am Rande des Gesichtsfeldes beobachtet werden.
April 5 Ruhe III, Schärfe II—III.
April 6 Ruhe und Schärfe III, bei 1. Index-Bestimmung IV.
April 16 Ruhe II—III, Schärfe IV. Immer Wolken, bald ganz bedeckt.
April 19 Ruhe III—IV, Schärfe III. Sterne unter 10^m meistens nicht zu sehen. Wolken.

III. Ableitung der Endresultate und Genauigkeit derselben.

Als Plan für die Beobachtung war festgesetzt, jeden mit dem Fernrohr wahrnehmbaren Stern, der zu dem Sternhaufen zu gehören schien, an mindestens zwei Hauptsterne[1]) anzuschliessen. Da das Object eine grössere Ausdehnung von Norden nach Süden hat, musste auch eine grössere Anzahl über den ganzen Bereich gleichmässig vertheilter Sterne als Hauptsterne gewählt werden, wenn nicht zu grosse Declinations-Distanzen erhalten werden sollten. Als solche galten die Sterne 4, 5, 10, 14, 26, 30, 32, 40, 44 nach der Numerirung der Arbeitsliste. Bei dieser Vertheilung wurde es möglich, in Declination jeden Stern mit je einem Hauptstern nördlich und südlich von ihm zu verbinden. In Rectascension wurde thunlichst jeder Stern mit mehr als zwei Hauptsternen verbunden. — Als im December 1889 die Declinations-Bestimmungen wieder auf-

1) Eine Ausnahme macht Stern 61, der nur durch Verwechselung mit Hauptstern 5 zu den Beobachtungen herzugezogen worden war. Er ist in Declination nicht an 2 Hauptsterne, sondern an 1 Hauptstern und die beiden Sterne 49, 52 angeschlossen worden. Seine Nummer 61 hat er nachträglich erhalten: der Rectascension nach müsste er die Nummer 10 haben.



genommen wurden, zeigte es sich, dass Hauptstern 14 vermuthlich ein ziemlich schwacher und enger Doppelstern war, auf den es sich seiner in der Nord-Süd-Richtung länglichen Gestalt wegen schlecht einstellen liess. In den beiden vorhergehenden Jahren war mir die Duplicität nicht aufgefallen, ebensowenig bei den Rectascensions-Messungen, da die Verbindungslinie der beiden Sterne beinahe in den Stundenkreis fällt. Es wurde von da ab vorgezogen, als Hauptstern an seiner Stelle für die Declinations-Messungen den Stern 48 zu wählen, und die früher gemessenen Declinations-Differenzen für Hauptstern 14 zu streichen. — An späteren Beobachtungs-Abenden mit besserer Luft (siehe Bemerkungen Tabelle 7) habe ich die Duplicität von *14 sicher festgestellt, wenn auch die optische Kraft des Instrumentes nicht ausreichte, um Messungen an ihm vornehmen zu können. Der Stern scheint auch andererseits noch nicht als Doppelstern erkannt zu sein, wenigstens habe ich ihn in keinem der mir zugänglichen Verzeichnisse von Doppelsternen aufgeführt gefunden. — Doppelsterne sind ferner noch die Hauptsterne 30 und 32. Der Begleiter von 30 ist als Stern 31 hier mit vermessen worden. Von den beiden Componenten von 32 ist nur der hellere, also der nachfolgende südlichere Stern in Betracht gezogen worden, da dieser Stern überhaupt kaum zum Sternhaufen selbst zu rechnen ist. Er wurde aber mit in die Beobachtungen aufgenommen, weil er das hellste Object in dieser Gegend war.

Die Tabellen 8 und 9 enthalten nun die einzelnen Messungen in AR. und Decl. Vorauf gehen die Messungen der Hauptsterne unter sich, darauf folgen die der übrigen Sterne, geordnet nach den Nummern der angeschlossenen Sterne.

Tabelle 8 enthält die Rectascensions-Differenzen und giebt

in Columne 1 das Datum } der Beobachtung,
» » 2 den Stundenwinkel }
» » 3a) durch o. = oben, u. = unten, r. = rechts, l. = links die Bezeichnung der Lage der Schraube des Positionskreises,
» » 3b) durch d. oder h. die angewendete Beleuchtungsart; hier bedeutet d. dunkles Feld mit hellen Fäden nnd h. helles Feld,

in Columne 3c) durch I, II, III die angewendete Vergrösserung; hier bedeutet I 144-, II 193-, III 288-fache Vergrösserung,

» » 4 die Anzahl der Durchgänge,

» » 5 das Mittel der Differenzen der Faden-Antrittszeiten der beiden Sterne,

» » 6 die Summe der Correctionen (Correctionen wegen Reduction auf scheinbaren Ort und mittleres Aequ. 1885.0, wegen der Neigung des Instrument-Parallels gegen den scheinbaren, und wegen Refraction),

» » 7 die Summe der Werthe in Columne 5 und Columne 6,

» » 8 durch die Zahlen 1), 2) etc. Hinweise auf die am Fusse der Messungsreihe eines Sternpaares sich befindenden Anmerkungen und durch die Zahl ½ Angabe des Gewichts des betreffenden Abendwerthes. 2 F. bedeutet, dass die Sterne in der schon beschriebenen Art an 2 Fäden beobachtet wurden.

Tabelle 8.

4—5

89 März 28	+3ʰ 43ᵐ	r. h. II	8	− 6ˢ670	+0ˢ054	− 6ˢ616	1)
89 April 4	+2 19	r. d. II	8	− 6.757	+0.047	− 6.710	
89 April 5	+2 19	r. d. II	6	− 6.818	+0.045	− 6.773	
89 April 6	+2 35	l. d. II	8	− 6.739	−0.008	− 6.747	
89 April 19	+4 1	l. d. II	8	− 6.729	+0.025	− 6.704	
						− 6ˢ710	± 0ˢ027

1) Immer durch Wolken.

4—10

86 Febr. 8	+2ʰ 58ᵐ	o. d. I	17	−20ˢ817	+0ˢ003	−20ˢ814	
88 Nov. 9	−1 5	l. h. I	8	−20.920	−0.007	−20.927	
88 Nov. 9	−0 45	l. d. II	7	−20.894	−0.007	−20.901	
88 Nov. 11	−1 18	l. d. II	8	−20.801	−0.006	−20.807	
88 Nov. 12	−0 7	l. d. II	8	−20.832	−0.015	−20.847	
88 Nov. 13	−0 11	l. d. I	7	−20.826	−0.014	−20.840	
88 Dec. 4	+2 33	r. d. II	7	−20.793	−0.001	−20.794	
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	9	−20.767	+0.026	−20.741	
89 April 4	+3 12	r. d. II	7	−20.851	−0.016	−20.867	
89 April 6	+2 25	l. d. II	7	−20.888	+0.005	−20.883	
89 April 19	+4 38	l. d. II	8	−20.882	−0.007	−20.889	
						−20ˢ846	± 0ˢ016

14 — 30

85 Dec. 2	$+0^{h}50^{m}$	o. d. II	6	$-20^{s}.617$	$0^{s}.000$	$-20^{s}.617$	
85 Dec. 30	+2 34	o. d. II	11	−20.702	−0.002	−20.704	
86 Febr. 9	+3 12	o. d. II	9	−20.633	−0.002	−20.635	
86 Febr. 20	−1 0	o. h. II	22	−20.620	+0.003	−20.617	
86 März 8	+2 41	o. d. II	24	−20.585	+0.001	−20.584	
86 März 9	+0 28	o. d. II	20	−20.621	+0.004	−20.617	
88 Nov. 13	−1 43	l. d. II	7	−20.706	+0.024	−20.682	
89 April 4	+3 30	r. d. II	8	−20.712	+0.047	−20.665	
89 April 5	+3 58	r. d. II	8	−20.749	+0.049	−20.700	
89 April 6	+2 48	l. d. II	7	−20.610	−0.004	−20.614	
89 April 19	+4 27	l. d. II	8	−20.547	0.000	−20.547	
						$-20^{s}.635$	$\pm 0^{s}.015$

14 — 40

85 Dec. 2	$-0^{h}15^{m}$	o. d. II	9	$-30^{s}.397$	$-0^{s}.009$	$-30^{s}.406$	
85 Dec. 30	+3 29	o. d. II	10	−30.424	+0.008	−30.416	
86 Febr. 5	−2 3	o. d. II	10	−30.567	−0.006	−30.573	
86 März 8	+2 22	o. d. II	18	−30.416	+0.004	−30.412	
86 März 9	+0 41	o. d. II	20	−30.419	0.000	−30.419	
86 März 10	+1 31	o. d. II	8	−30.496	+0.003	−30.493	
88 Nov. 11	−2 38	l. d. II	7	−30.600	−0.010	−30.610	
88 Nov. 12	−1 54	l. d. II	9	−30.516	−0.051	−30.567	
88 Nov. 30	−0 39	r. d. I	7	−30.437	−0.016	−30.453	
88 Dec. 4	−1 48	r. d. II	8	−30.447	+0.001	−30.446	
88 Dec. 5	−1 21	r. d. II	8	−30.600	+0.101	−30.499	
89 April 4	+2 57	r. d. II	8	−30.489	−0.062	−30.551	
89 April 5	+3 58	r. d. II	8	−30.475	−0.068	−30.543	
89 April 6	+2 55	l. d. II	8	−30.530	−0.032	−30.562	
89 April 19	+4 20	l. d. II	8	−30.521	−0.028	−30.549	
						$-30^{s}.500$	$\pm 0^{s}.018$

26 — 10

86 Febr. 20	$+1^{h}20^{m}$	o. h. II	17	$+22^{s}.191$	$0^{s}.000$	$+22^{s}.191$	
86 März 9	−0 9	o.dh.II	21	+22.138	+0.001	+22.139	1)
89 April 4	+3 20	r. d. II	7	+22.103	+0.043	+22.146	
89 April 5	+2 30	r. d. II	9	+22.160	+0.038	+22.198	
89 April 6	+2 17	l. d. II	56	+22.168	−0.014	+22.154	
89 April 6	+4 13	r. d. II	63	+22.171	+0.039	+22.210	
89 April 19	+3 16	r. d. II	10	+22.109	+0.041	+22.150	
89 April 19	+4 44	l. d. II	9	+22.236	+0.021	+22.257	
						$+22^{s}.181$	$\pm 0^{s}.014$

1) 26 schwach im hellen Felde, deshalb Beleuchtung gewechselt.

26 — 30

85 Dec. 28	$+3^{h}23^{m}$	o.dh.II	53	$-5^{s}.703$	$+0^{s}.002$	$-5^{s}.701$	
86 Febr. 8	+0 31	o. h. II	13	−5.632	−0.002	−5.634	
86 Febr. 9	+2 26	o. d. II	9	−5.702	+0.002	−5.700	
88 Nov. 8	−2 13	l. d. II	8	−5.640	0.000	−5.640	1)
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	9	−5.711	−0.011	−5.722	2 F.
88 Nov. 9	+1 13	l. h. II	12	−5.668	−0.011	−5.679	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	−5.694	−0.020	−5.714	
89 April 4	+3 26	r. d. II	11	−5.694	−0.038	−5.732	
89 April 5	+4 12	r. d. II	8	−5.673	−0.041	−5.714	
89 April 6	+2 47	l. d. II	9	−5.742	+0.004	−5.738	
89 April 19	+4 31	l. d. II	9	−5.659	−0.016	−5.675	
						$-5^{s}.695$	$\pm 0^{s}.011$

1) Durch Wolken beobachtet.

11—10

85 Dec. 30	+3ʰ 19ᵐ	o. d. II	15	+ 3ˢ803	−0ˢ007	+ 3ˢ796
88 Nov. 5	−3 17	l. d. II	10	+ 3.795	+0.012	+ 3.807
88 Nov. 8	−3 36	l. d. II	8	+ 3.809	+0.002	+ 3.811
88 Nov. 9	+1 2	l. h. II	8	+ 3.889	+0.011	+ 3.900
88 Nov. 10	−0 58	l. d. II	7	+ 3.786	+0.012	+ 3.798
88 Nov. 12	−2 11	l. d. II	9	+ 3.818	+0.026	+ 3.844
88 Nov. 30	−1 8	r. d. I	9	+ 3.910	+0.007	+ 3.917
88 Dec. 4	+3 11	r. d. II	10	+ 3.791	−0.001	+ 3.790
88 Dec. 5	+1 43	r. d. II	8	+ 3.946	−0.057	+ 3.889
89 April 4	+3 58	r. d. II	8	+ 3.867	+0.042	+ 3.909
89 April 5	+3 35	r. d. II	9	+ 3.849	+0.038	+ 3.887
89 April 6	+3 0	l. d. II	8	+ 3.835	−0.004	+ 3.831
						+ 3ˢ848 ± 0ˢ011

11—32

88 Nov. 9	+0ʰ 59ᵐ	l. h. II	7	+12ˢ544	−0ˢ019	+12ˢ525
89 April 4	+2 28	r. d. II	10	+12.460	−0.058	+12.402
89 April 5	+3 45	r. d. II	11	+12.499	−0.065	+12.434
89 April 6	+3 3	l. d. II	7	+12.401	+0.006	+12.395
89 April 19	+3 11	l. d. II	8	+12.465	−0.027	+12.438
						+12ˢ439 ± 0ˢ023

1—10

88 Nov. 10	−2ʰ 15ᵐ	l. d. II	9	−71ˢ700	−0ˢ017	−71ˢ717
88 Nov. 11	−2 38	l. d. II	7	−71.847	−0.009	−71.856
88 Nov. 12	−2 42	l. d. II	9	−71.698	−0.033	−71.731
88 Nov. 30	−0 39	r. d. I	7	−71.777	−0.012	−71.789
88 Dec. 4	−1 48	r. d. II	9	−71.814	−0.003	−71.817
88 Dec. 5	−1 21	r. d. II	8	−71.823	+0.054	−71.769
						−71ˢ780

1—14

88 Nov. 9	+0ʰ 10ᵐ	l. d. I	9	−41ˢ299	+0ˢ006	−41ˢ293
88 Nov. 10	−2 32	l. d. II	9	−41.359	+0.006	−41 353
88 Nov. 11	−2 54	l. d. II	8	−41.244	+0.001	−41.243
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	6	−41.315	+0.004	−41.311
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	−41.248	−0.010	−41.258
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	−41.278	−0.003	−41.281
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	−41.269	−0.048	−41.317
						−41ˢ294

2—14

85 Dec. 30	+3ʰ 8ᵐ	o. d. II	9	−32ˢ118	−0ˢ002	−32ˢ120
86 Febr. 20	+1 48	o. d. II	10	−32.214	+0.002	−32.212
88 Nov. 9	+0 10	l. d. I	9	−32.184	+0.009	−32.175
88 Nov. 10	−2 32	l. d. II	9	−32.317	+0.008	−32.309
88 Nov. 11	−2 54	l. d. II	8	−32.106	+0.002	−32.104
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	6	−32.110	+0.007	−32.103
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	−32.183	+0.011	−32.172
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	−32.202	−0.002	−32.204
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	−32.199	−0.056	−32.255
						−32ˢ184

2—40

88 Nov. 10	−2h 15m	l. d. II	9	−62.678	−0.014	−62.692
88 Nov. 11	−2 38	l. d. II	7	−62.761	−0.008	−62.769
88 Nov. 12	−2 42	l. d. II	9	−62.706	−0.027	−62.733
88 Nov. 30	−0 39	r. d. I	7	−62.666	−0.009	−62.675
88 Dec. 4	−1 48	r. d. II	9	−62.672	−0.002	−62.674
88 Dec. 5	−1 21	r. d. II	8	−62.732	+0.046	−62.686
						−62.705

3—14

88 Nov. 10	−2h 32m	l. d. II	6	−27.308	+0.002	−27.306	
88 Nov. 11	−2 54	l. d. II	6	−27.345	0.000	−27.345	
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	−27.196	−0.004	−27.200	½
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	−27.172	−0.001	−27.173	
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	−27.223	−0.021	−27.244	
						[−27.254]	
						−27.260	

3—40

86 März 10	+0h 58m	o. d. II	11	−57.676	+0.005	−57.671	
88 Nov. 11	−2 38	l. d. II	7	−57.883	−0.020	−57.903	
88 Nov. 12	−2 42	l. d. II	8	−57.717	−0.042	−57.759	
88 Nov. 30	−0 39	r. d. I	7	−57.596	−0.014	−57.610	½
88 Dec. 4	−1 48	r. d. II	9	−57.613	−0.001	−57.614	
88 Dec. 5	−1 21	r. d. II	8	−57.650	+0.080	−57.570	
						[−57.688]	
						−57.695	

4 Hauptstern.

5 Hauptstern.

6—10

88 Dec. 3	+0h 44m	r. d. I	10	− 8.189	−0.029	− 8.218	½
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	9	− 8.152	−0.002	− 8.154	
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	7	− 8.121	−0.073	− 8.194	
88 Dec. 7	+2 48	l. d. II	8	− 8.225	+0.016	− 8.209	
88 Dec. 8	+3 41	l. d. II	10	− 8.138	+0.025	− 8.113	
88 Dec. 13	+4 23	l. d. II	6	− 8.110	+0.026	− 8.084	
						[− 8.162]	
						− 8.157	

6—26

88 Nov. 10	+0h 15m	l. d. II	9	−30.530	−0.003	−30.533 [1]	
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	9	−30.476	−0.003	−30.479	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	−30.322	−0.003	−30.325	½
88 Dec. 3	+1 44	r. d. I	9	−30.469	−0.001	−30.470	½
88 Dec. 4	+1 4	r. d. II	8	−30.340	−0.003	−30.343	
88 Dec. 5	+2 37	r. d. II	9	−30.436	−0.003	−30.439	
						[−30.431]	
						−30.438	

1) Vom 5. Durchgang an Fäden verschwommen.

6 — 30

88 Nov. 5	-0^h12^m	l. d. II	7	$-36^s.204$	$-0^s.013$	$-36^s.217$	
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	9	−36.172	−0.014	−36.186	
88 Nov. 11	−2 12	l. d. II	8	−36.235	−0.006	−36.241	
88 Dec. 3	+1 54	r. d. I	7	−36.060	+0.020	−36.040	$\frac{1}{2}$
88 Dec. 4	+1 12	r. d. II	8	−35.931	0.000	−35.931	
88 Dec. 5	+2 16	r. d. II	8	−36.010	+0.052	−35.958	
						[$-36^s.095$]	
						$-36^s.101$	

7 — 14

85 Dec. 30	$+3^h\ 8^m$	o. d. II	9	$-14^s.164$	$+0^s.001$	$-14^s.163$	
88 Nov. 9	+0 10	l. d. I	8	−14.139	+0.005	−14.134	$\frac{1}{2}$
88 Nov. 10	−2 32	l. d. II	9	−14.248	+0.006	−14.242	
88 Nov. 11	−2 54	l. d. II	8	−14.105	+0.001	−14.104	
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	6	−14.220	+0.005	−14.215	$\frac{1}{2}$
88 Dec. 1	−1 45	r. d. I	9	−14.146	−0.006	−14.152	$\frac{1}{2}$
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	−14.102	−0.002	−14.104	
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	−14.101	−0.033	−14.134	
						[$-14^s.156$]	
						$-14^s.153$	

7 — 40

86 Febr. 20	$+2^h24^m$	o. d. II	10	$-44^s.677$	$+0^s.005$	$-44^s.672$	
86 März 10	+0 58	o. d. II	14	−44.669	+0.004	−44.665	
88 Nov. 10	−2 15	l. d. II	9	−44.584	−0.016	−44.600	
88 Nov. 11	−2 38	l. d. II	7	−44.707	−0.008	−44.715	
88 Nov. 12	−2 42	l. d. II	9	−44.573	−0.036	−44.609	
88 Nov. 30	−0 39	r. d. I	7	−44.603	−0.011	−44.614	$\frac{1}{2}$
88 Dec. 4	−1 48	r. d. II	8	−44.636	−0.001	−44.637	
88 Dec. 5	−1 21	r. d. II	8	−44.753	+0.068	−44.685	
						[$-44^s.651$]	
						$-44^s.653$	

8 — 4

88 Nov. 9	-2^h54^m	l. d. I	8	$+16^s.202$	$+0^s.014$	$+16^s.216$
89 April 4	+3 12	r. d. II	9	+16.077	+0.042	+16.119
						$+16^s.167$

8 — 26

86 Febr. 8	$+1^h48^m$	o.hd.II	18	$-26^s.927$	$0^s.000$	$-26^s.927$	
88 Nov. 10	+0 15	l. d. II	8	−26.952	−0.009	−26.961	1)
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	8	−26.969	−0.005	−26.974	
88 Dec. 3	+1 44	r. d. I	9	−27.023	+0.010	−27.013	
88 Dec. 4	+1 4	r. d. II	8	−26.919	−0.001	−26.920	
88 Dec. 5	+2 37	r. d. II	9	−27.055	+0.027	−27.028	
						$-26^s.971$	

1) Vom 5. Durchgang an Fäden verschwommen.

8—10

88 Nov. 12	−0h 23m	l. d. II	9	− 4s786	−0s028	− 4s814
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	9	− 4.734	−0.013	− 4.747
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	− 4.750	−0.017	− 4.767
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	9	− 4.841	−0.002	− 4.843
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	7	− 4.736	−0.042	− 4.778
88 Dec. 7	+2 48	l. d. II	8	− 4.829	+0.008	− 4.821
						− 4s795

8—30

88 Nov. 5	−0h 12m	l. d. I	7	−32s636	−0s019	−32s655
88 Nov. 12	+1 36	l. d. II	8	−32.601	−0.043	−32.644
89 April 4	+3 46	r. d. II	8	−32.586	−0.057	−32.643
89 April 5	+3 22	r. d. II	8	−32.650	−0.052	−32.702
89 April 6	+3 54	r. d. II	10	−32.577	−0.045	−32.622
						−32s653

9—14

86 Febr. 20	+3h 38m	o. d. II	9	−11s602	+0s006	−11s596
86 März 8	+3 53	o. d. II	10	−11.548	+0.007	−11.541
88 Nov. 5	−2 50	l. d. II	7	−11.509	−0.013	−11.522
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	9	−11.602	−0.001	−11.603
88 Nov. 11	−0 11	l. d. II	9	−11.557	−0.005	−11.562
89 April 3	+3 41	r. d. II	7	−11.550	−0.051	−11.601
89 April 4	+2 57	r. d. II	8	−11.580	−0.033	−11.613
89 April 5	+3 58	r. d. II	8	−11.575	−0.036	−11.611
						−11s581

9—30

88 Nov. 5	−0h 43m	l. d. II	10	−32s086	+0s001	−32s085
88 Nov. 8	−2 48	l. d. II	8	−32.131	−0.003	−32.134
88 Nov. 9	−0 23	l. d. II	6	−32.162	0.000	−32.162
88 Dec. 3	+1 54	r. d. I	7	−32.131	−0.007	−32.138
88 Dec. 4	+1 12	r. d. II	8	−32.200	−0.002	−32.202
88 Dec. 5	+2 16	r. d. II	8	−32.122	−0.016	−32.138
						−32s143

10 Hauptstern.

11—10

88 Dec. 3	+2h 5m	r. d. I	13	+ 0s275	−0s016	+ 0s259	2F.	½
88 Dec. 4	+1 19	r. d. II	13	+ 0.327	+0.009	+ 0.336	2F.	
88 Dec. 5	+2 45	r. d. II	14	+ 0.434	−0.055	+ 0.379	2F.	
88 Dec. 7	+2 55	l. d. II	13	+ 0.310	+0.026	+ 0.336	2F.	
88 Dec. 8	+3 41	l. d. II	10	+ 0.376	+0.035	+ 0.411	2F.	
88 Dec. 13	+4 23	l. d. II	11	+ 0.472	+0.035	+ 0.507	2F.	
						[+ 0s371]		
						+ 0s382		

11 — 26

88 Nov. 10	$+0^h 15^m$	l. d. II	9	−22.003	−0.003	−22.006	1)	
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	9	−21.988	−0.003	−21.991		
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	−21.809	−0.005	−21.814		½
88 Dec. 3	+1 44	r. d. I	9	−21.916	+0.002	−21.914		½
88 Dec. 4	+1 4	r. d. II	8	−21.945	0.000	−21.945		
88 Dec. 5	+2 37	r. d. II	9	−21.917	+0.005	−21.912		
						[−21.930]		
						−21.944		

1) Vom 5. Durchgang Fäden verschwommen.

11 — 30

88 Nov. 5	$-0^h 12^m$	l. d. II	7	−27.670	−0.015	−27.685		
88 Nov. 8	−2 13	l. d. II	7	−27.573	−0.002	−27.575	1)	
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	8	−27.666	−0.015	−27.681		
88 Nov. 11	−2 12	l. d. II	8	−27.590	−0.007	−27.597		
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	−27.503	−0.023	−27.526		½
88 Dec. 3	+1 54	r. d. I	7	−27.569	+0.024	−27.545		½
88 Dec. 4	+1 12	r. d. II	8	−27.511	0.000	−27.511		
88 Dec. 5	+2 16	r. d. II	8	−27.569	+0.061	−27.508		
						[−27.578]		
						−27.585		

1) Durch Wolken beobachtet.

12 — 10

88 Nov. 9	$-2^h 13^m$	l. d. I	8	+ 5.546	+0.024	+ 5.570	1)	½
88 Nov. 12	+1 50	l. d. II	8	+ 5.604	+0.054	+ 5.658		
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	8	+ 5.539	+0.044	+ 5.583		½
						[+ 5.604]		
						+ 5.617		

1) Fäden verschwommen, schwache Sterne schlecht zu beobachten.

12 — 26

86 Febr. 28	$+2^h 6^m$	o. d. II	7	−16.496	0.000	−16.496		
88 Nov. 10	+1 12	l. d. II	8	−16.605	+0.007	−16.598		
88 Nov. 12	−2 57	l. d. II	9	−16.449	+0.021	−16.428		
88 Nov. 13	−1 55	l. d. II	9	−16.517	+0.014	−16.503		
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	10	−16.572	−0.002	−16.574		
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	−16.453	−0.049	−16.502		
						−16.517		

12 — 30

85 Dec. 28	$-0^h 14^m$	o. d. II	11	−22.178	−0.001	−22.179		
86 Febr. 8	+1 43	o. d. II	10	−22.172	+0.001	−22.171		
86 Febr. 28	+2 54	o. d. II	8	−22.182	+0.003	−22.179		
88 Nov. 5	−0 43	l. d. II	19	−22.176	−0.003	−22.179		
88 Nov. 8	−2 48	l. d. II	9	−22.071	−0.002	−22.073		
88 Nov. 9	−0 23	l. d. II	6	−22.158	−0.004	−22.162		
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	−22.205	+0.001	−22.204		½
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	−22.161	−0.001	−22.162		
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	7	−22.224	+0.007	−22.217		
						[−22.170]		
						−22.168		

13—14

88 Nov. 5	$-2^h 17^m$	l. d. II	10	− 0^s.491	−0^s.011	− 0^s.502	2F.
88 Nov. 12	−0 47	l. d. II	12	− 0.549	−0.013	− 0.562	2F.
88 Dec. 8	+3 51	l. d. II	10	− 0.540	−0.012	− 0.552	2F.
89 April 6	+3 34	r. d. II	11	− 0.442	−0.017	− 0.459	2F.
						− 0^s.519	

13—30

85 Dec. 30	$+2^h 5^m$	o. d. II	11	−21^s.162	0^s.000	−21^s.162
86 Febr. 9	+2 55	o. d. II	11	−21.109	+0.002	−21.107
86 Febr. 20	+4 3	o. d. II	13	−21.078	−0.005	−21.083
88 Nov. 5	−2 5	l. d. II	11	−21.026	+0.008	−21.018
88 Nov. 9	−0 12	l. d. II	8	−21.201	+0.007	−21.194
88 Nov. 12	−1 33	l. d. II	9	−21.201	+0.017	−21.184
89 April 5	+3 13	r. d. II	9	−21.158	+0.029	−21.129
						−21^s.125

14 Hauptstern.

15—4

88 Nov. 9	$-2^h 54^m$	l. d. I	8	+30^s.554	−0^s.023	+30^s.531
88 Nov. 9	−0 45	l. d. II	7	+30.466	+0.007	+30.473
88 Nov. 11	−1 18	l. d. II	8	+30.442	+0.003	+30.445
88 Nov. 12	−0 7	l. d. II	8	+30.564	+0.016	+30.580
88 Dec. 3	+3 13	r. d. II	8	+30.615	−0.011	+30.604
88 Dec. 4	+2 33	r. d. II	8	+30.476	+0.001	+30.477
88 Dec. 5	+0 51	r. d. II	9	+30.484	−0.028	+30.456
						+30^s.509

15—10

88 Nov. 9	$-3^h 12^m$	l. d. II	7	+ 9^s.576	0^s.000	+ 9^s.576
88 Nov. 9	−1 5	l. h. I	8	+ 9.547	0.000	+ 9.547
88 Nov. 11	−1 3	l. d. II	9	+ 9.666	0.000	+ 9.666
88 Nov. 12	−0 23	l. d. II	9	+ 9.641	+0.001	+ 9.642
88 Nov. 13	−0 11	l. d. I	8	+ 9.679	−0.003	+ 9.676
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	+ 9.605	+0.002	+ 9.607
88 Dec. 3	+2 43	r. d. II	7	+ 9.723	+0.002	+ 9,725
88 Dec. 3	+2 55	r. d. II	8	+ 9.707	+0.002	+ 9.709
88 Dec. 4	+1 50	r. d. II	8	+ 9.741	0.000	+ 9.741
88 Dec. 4	+2 2	r. d. II	8	+ 9.671	0.000	+ 9.671
88 Dec. 5	+1 23	r. d. II	7	+ 9.761	−0.002	+ 9.759
						+ 9^s.665

15—26

85 Dec. 28	$+4^h 43^m$	o. d. II	12	−12^s.510	−0^s.001	−12^s.511
86 Febr. 28	+1 18	o. d. II	11	−12.541	0.000	−12.541
88 Dec. 3	+1 44	r. d. I	9	−12.594	+0.026	−12.568
88 Dec. 4	+1 4	r. d. II	8	−12.516	0.000	−12.516
88 Dec. 5	+2 37	r. d. II	9	−12.599	+0.067	−12.532
88 Dec. 7	+3 17	l. d. II	8	−12.665	−0.015	−12.680
88 Dec. 8	+3 25	l. d. II	8	−12.562	−0.026	−12.588
						−12^s.562

16—14

85 Dec. 30	+3ʰ 29ᵐ	o. d. II	10	+ 3ˢ.845	−0ˢ.007	+ 3ˢ.838	
86 Febr. 20	+3 15	o. d. II	6	+ 3.952	−0.006	+ 3.946	
86 März 10	+1 31	o. d. II	8	+ 3.856	0.000	+ 3.856	
88 Nov. 10	−1 48	l. d. II	8	+ 3.945	+0.019	+ 3.964	
88 Nov. 13	−1 44	l. d. II	12	+ 3.865	+0.022	+ 3.887	2 F.
88 Dec. 3	+2 32	r. d. I	9	+ 3.827	−0.036	+ 3.791	
88 Dec. 4	+1 32	r. d. II	8	+ 3.986	−0.001	+ 3.985	
88 Dec. 5	+2 3	r. d. II	8	+ 3.977	−0.081	+ 3.896	
						+ 3ˢ.895	

16—40

85 Dec. 2	−0ʰ 51ᵐ	o. h. II	10	−26ˢ.570	−0ˢ.003	−26ˢ.573
85 Dec. 30	+4 5	o. d. II	8	−26.622	+0.002	−26.620
86 Febr. 20	+2 28	o. d. II	9	−26.670	+0.003	−26.667
88 Nov. 9	+0 33	l. d. II	8	−26.654	−0.004	−26.658
88 Nov. 10	−1 15	l. d. II	10	−26.728	−0.004	−26.732
88 Nov. 12	+0 49	l. d. II	9	−26.591	−0.008	−26.599
89 April 4	+3 58	r. d. II	8	−26.575	−0.006	−26.581
89 April 6	+3 32	r. d. II	8	−26.602	+0.004	−26.598
						−26ˢ.628

16—44

88 Nov. 5	−3ʰ 33ᵐ	l. d. II	10	−30ˢ.449	−0ˢ.016	−30ˢ.465
88 Nov. 10	+2 2	l. d. II	10	−30.423	−0.015	−30.438
88 Nov. 12	+1 4	l. d. II	9	−30.323	−0.034	−30.357
89 April 4	+2 38	r. d. II	9	−30.311	−0.040	−30.351
89 April 5	+3 35	r. d. II	9	−30.383	−0.044	−30.427
89 April 6	+3 19	r. d. II	8	−30.404	−0.034	−30.438
						−30ˢ.413

17—10

88 Nov. 9	−2ʰ 13ᵐ	l. d. I	9	+12ˢ.051	+0ˢ.020	+12ˢ.071	[1]
88 Nov. 12	+1 50	l. d. II	6	+12.027	+0.046	+12.073	
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	9	+11.947	+0.036	+11.983	
						+12ˢ.042	

1) Fäden verschwommen, schwache Sterne schlecht zu beobachten.

17—26

86 Febr. 9	+2ʰ 26ᵐ	o. d. II	10	−10ˢ.224	−0ˢ.002	−10ˢ.226
86 Febr. 25	+1 55	o. d. II	11	−10.106	0.000	−10.106
86 Febr. 28	+2 6	o. d. II	7	−10.151	0.000	−10.151
88 Nov. 10	+1 12	l. d. II	8	−10.195	+0.004	−10.191
88 Nov. 12	−2 57	l. d. II	9	−10.200	+0.012	−10.188
88 Nov. 13	−1 55	l. d. II	9	−10.072	+0.007	−10.065
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	10	−10.019	−0.001	−10.020
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	−10.188	−0.028	−10.216
						−10ˢ.145



17—30

85 Dec. 28	$-0^h 11^m$	o. d. II	11	$-15^s.829$	$-0^s.001$	$-15^s.830$
86 Febr. 8	+1 43	o. d. II	10	−15.877	+0.001	−15.876
86 Febr. 25	+1 41	o. d. II	10	−15.886	+0.002	−15.884
86 Febr. 28	+2 54	o. d. II	9	−15.798	+0.003	−15.795
88 Nov. 5	−0 43	l. d. II	9	−15.782	−0.007	−15.789
88 Nov. 8	−2 48	l. d. II	9	−15.866	−0.001	−15.867
88 Nov. 9	−0 23	l. d. II	6	−15.962	−0.007	−15.969
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	−15.884	+0.005	−15.879
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	−15.856	0.000	−15.856
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	8	−15.836	+0.028	−15.808
						$-15^s.855$

18—14

85 Dec. 30	$+3^h 8^m$	o. d. II	9	$+5^s.843$	$+0^s.001$	$+5^s.844$
86 Febr. 20	+1 48	o. d. II	9	+ 5.804	0.000	+ 5.804
88 Nov. 9	+0 10	l. d. I	9	+ 5.753	+0.006	+ 5.759
88 Nov. 10	−2 32	l. d. II	8	+ 5.799	+0.005	+ 5.804
88 Nov. 11	−2 54	l. d. II	8	+ 5.914	+0.003	+ 5.917
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	6	+ 5.838	+0.004	+ 5.842
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	+ 5.897	−0.003	+ 5.894
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	+ 5.850	0.000	+ 5.850
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	+ 5.874	−0.022	+ 5.852
						$+5^s.841$

18—40

86 Febr. 5	$-2^h 3^m$	o. d. II	9	$-24^s.626$	$-0^s.004$	$-24^s.630$
86 Febr. 20	+2 24	o. d. II	11	−24.663	+0.004	−24.659
88 Nov. 10	−2 15	l. d. II	8	−24.607	−0.017	−24.624
88 Nov. 11	−2 38	l. d. II	7	−24.671	−0.008	−24.679
88 Nov. 12	−2 42	l. d. II	9	−24.550	−0.040	−24.590
88 Nov. 30	−0 39	r. d. I	7	−24.651	−0.012	−24.663
88 Dec. 4	−1 48	r. d. II	8	−24.587	0.000	−24.587
88 Dec. 5	−1 21	r. d. II	8	−24.652	+0.079	−24.573
						$-24^s.626$

19—40

85 Dec. 2	$-0^h 51^m$	o. h. II	8	$-22^s.158$	$-0^s.002$	$-22^s.160$
85 Dec. 30	+4 5	o. d. II	9	−22.137	−0.001	−22.138
86 Febr. 20	+2 48	o. d. II	10	−22.091	+0.001	−22.090
88 Nov. 9	+0 33	l. d. II	8	−22.011	−0.002	−22.013
88 Nov. 10	−1 15	l. d. II	10	−22.211	+0.001	−22.210
88 Nov. 12	+0 49	l. d. II	9	−21.976	+0.004	−21.972
89 April 4	+3 58	r. d. II	8	−22.112	+0.012	−22.100
89 April 6	+3 32	r. d. II	8	−22.125	+0.009	−22.116
						$-22^s.100$

19—44

88 Nov. 5	$-3^h 33^m$	l. d. II	10	$-25^s.937$	$-0^s.013$	$-25^s.950$
88 Nov. 10	+2 2	l. d. II	10	−25.931	−0.011	−25.942
88 Nov. 12	+1 4	l. d. II	9	−25.984	−0.023	−26.007
89 April 4	+2 38	r. d. II	9	−25.888	−0.024	−25.912
89 April 5	+3 35	r. d. II	9	−25.903	−0.027	−25.930
89 April 6	+3 19	r. d. II	8	−25.909	−0.021	−25.930
						$-25^s.945$

20—10

85 Dec. 28	$+2^h 24^m$	o. d. II	11	+16ˢ537	−0ˢ002	+16ˢ535	
86 Febr. 28	+0 46	o. d. II	11	+16.561	0.000	+16.561	
88 Nov. 9	−2 13	l. d. I	9	+16.574	+0.015	+16.589	1)
88 Nov. 12	−0 23	l. d. II	9	+16.503	+0.031	+16.534	
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	8	+16.522	+0.025	+16.547	
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	+16.563	−0.024	+16.539	
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	9	+16.577	−0.001	+16.576	
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	7	+16.609	−0.064	+16.545	
89 April 19	+3 16	r. d. II	10	+16.557	+0.038	+16.595	
						+16ˢ558	

1) Fäden verschwommen.

20—26

85 Dec. 28	$+1^h 43^m$	o. d. II	11	− 5ˢ619	−0ˢ001	− 5ˢ620	
86 Febr. 8	+1 21	o.hd.II	33	− 5.663	−0.001	− 5.664	
86 Febr. 28	+1 18	o. d. II	11	− 5.622	−0.001	− 5.623	
88 Nov. 10	+0 15	l. d. II	9	− 5.787	−0.002	− 5.789	1) ½
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	9	− 5.724	−0.001	− 5.725	
88 Nov. 13	−1 55	l. d. II	9	− 5.626	−0.003	− 5.629	
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	10	− 5.626	+0.002	− 5.624	
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	− 5.610	+0.005	− 5.605	
						[− 5ˢ660]	
						− 5ˢ652	

1) Vom 5. Durchgang an Fäden verschwommen.

20—30

88 Nov. 8	$-2^h 13^m$	l. d. II	8	−11ˢ326	−0ˢ001	−11ˢ327	1)
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	9	−11.358	−0.013	−11.371	
88 Nov. 12	+1 36	l. d. II	8	−11.261	−0.029	−11.290	
88 Nov. 13	−1 17	l. d. I	12	−11.289	−0.021	−11.310	
89 April 4	+3 16	r. d. II	8	−11.372	−0.042	−11.414	
89 April 5	+3 22	r. d. II	8	−11.415	−0.039	−11.454	
89 April 6	+3 54	r. d. II	10	−11.407	−0.034	−11.441	
						−11ˢ372	

1) Durch Wolken beobachtet.

21—14

86 Febr. 8	$-0^h 31^m$	o. d. II	9	+11ˢ967	−0ˢ002	+11ˢ965
86 Febr. 20	+3 38	o. d. II	9	+11.939	+0.001	+11.940
86 März 9	+1 36	o. d. II	10	+11.971	−0.001	+11.970
88 Nov. 5	−3 9	l. d. II	7	+11.997	−0.005	+11.992
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	9	+12.040	+0.001	+12.041
88 Nov. 10	−1 34	l. d. II	9	+12.047	−0.004	+12.043
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	5	+11.932	−0.002	+11.930
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	+11.970	+0.006	+11.976
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	+12.040	+0.002	+12.042
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	+12.041	+0.026	+12.067
						+11ˢ997

21 — 30

85 Dec. 30	$+2^{h}34^{m}$	o. d. II	11	$-8^{s}685$	$-0^{s}001$	$-8^{s}686$
86 Febr. 9	+3 12	o. d. II	10	− 8.632	−0.001	− 8.633
86 Febr. 20	+4 3	o. d. II	13	− 8.648	−0.006	− 8.654
86 März 9	+1 10	o. d. II	10	− 8.657	+0.002	− 8.655
88 Nov. 5	−2 5	l. d. II	11	− 8.638	+0.007	− 8.631
88 Nov. 9	−0 12	l. d. II	8	− 8.731	+0.008	− 8.723
88 Nov. 12	−1 33	l. d. II	9	− 8.706	+0.018	− 8.688
89 April 5	+3 13	r. d. II	9	− 8.720	+0.028	− 8.692
						$-8^{s}670$

22 — 26

88 Nov. 10	$+1^{h}33^{m}$	l. d. II	10	$-2^{s}371$	$+0^{s}018$	$-2^{s}353$	2F.
88 Nov. 12	−2 57	l. d. II	9	− 2.373	+0.024	− 2.349	
88 Nov. 13	−2 19	l. d. II	10	− 2.225	+0.027	− 2.198	2F.[1] $\frac{1}{2}$
89 April 5	+2 51	r. d. II	12	− 2.313	+0.020	− 2.293	2F.
89 April 19	+3 23	r. d. II	13	− 2.316	+0.022	− 2.294	2F.
						[$-2^{s}297$]	
						$-2^{s}308$	

1) Fäden verschwommen.

22 — 30

85 Dec. 2	$+0^{h}50^{m}$	o. d. II	6	$-8^{s}067$	$0^{s}000$	$-8^{s}067$
86 Febr. 9	+2 55	o. d. II	11	− 8.034	+0.001	− 8.033
86 März 8	+3 41	o. d. II	10	− 8.057	+0.001	− 8.056
88 Nov. 5	−1 38	l. d. II	10	− 8.077	0.000	− 8.077
88 Nov. 8	−2 32	l. d. II	9	− 8.077	−0.001	− 8.078
88 Nov. 10	−0 14	l. d. II	9	− 8.011	−0.002	− 8.013
88 Dec. 3	+1 54	r. d. I	7	− 7.956	0.000	− 7.956
88 Dec. 4	+1 12	r. d. II	8	− 7.935	0.000	− 7.935
88 Dec. 5	+2 16	r. d. II	8	− 7.980	+0.001	− 7.979
						$-8^{s}022$

22 — 14

86 Febr. 8	$-0^{h}12^{m}$	o. d. II	9	$+12^{s}586$	$-0^{s}004$	$+12^{s}582$
86 März 8	+3 55	o. d. II	10	+12.616	+0.007	+12.623
88 Nov. 5	−2 17	l. d. II	10	+12.603	−0.014	+12.589
88 Nov. 12	−0 37	l. d. II	8	+12.694	−0.033	+12.661
88 Nov. 13	−1 44	l. d. II	7	+12.660	−0.024	+12.636
88 Dec. 3	+1 21	r. d. I	7	+12.599	+0.029	+12.628
88 Dec. 4	+0 8	r. d. II	8	+12.770	+0.002	+12.772
88 Dec. 5	+0 18	r. d. II	7	+12.567	+0.071	+12.638
						$+12^{s}641$

23 — 14

86 Febr. 20	$+3^{h}15^{m}$	o. d. II	10	$+13^{s}234$	$-0^{s}006$	$+13^{s}228$
86 März 10	+1 31	o. d. II	11	+13.337	−0.001	+13.336
88 Nov. 10	−1 48	l. d. II	8	+13.279	+0.016	+13.295
88 Nov. 12	−1 54	l. d. II	9	+13.199	+0.036	+13.235
88 Dec. 3	+2 32	r. d. I	9	+13.330	−0.029	+13.301
88 Dec. 4	+1 32	r. d. II	9	+13.454	0.000	+13.454
88 Dec. 5	+2 3	r. d. II	8	+13.474	−0.074	+13.400
						$+13^{s}321$

23 — 40

85 Dec. 2	-0^h51^m	o. h. II	10	-17^s155	-0^s002	-17^s157	
85 Dec. 30	+4 5	o. d. II	9	−17.231	+0.003	−17.228	
86 Febr. 20	+2 48	o. d. II	10	−17.234	+0.002	−17.232	
86 März 10	+0 58	o. d. II	11	−17.171	+0.003	−17.168	
88 Nov. 9	+0 33	l. d. II	8	−17.250	−0.009	−17.259	
88 Nov. 10	−1 15	l. d. II	10	−17.284	−0.007	−17.291	
88 Nov. 12	+0 49	l. d. II	9	−17.247	−0.025	−17.272	
89 April 4	+3 58	r. d. II	8	−17.147	−0.018	−17.165	
89 April 6	+3 32	r. d. II	8	−17.172	−0.013	−17.185	
						-17^s217	

24 — 14

86 Febr. 8	-0^h12^m	o. d. II	10	$+13^s925$	-0^s003	$+13^s922$	
86 März 8	+3 40	o. d. II	10	+13.952	+0.005	+13.957	
88 Nov. 5	−2 50	l. d. II	8	+13.902	−0.012	+13.890	
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	8	+13.942	+0.001	+13.943	
88 Nov. 12	−0 47	l. d. II	8	+13.856	−0.021	+13.835	2 F.
89 April 4	+2 57	r. d. II	8	+13.996	−0.030	+13.966	
89 April 5	+4 12	r. d. II	8	+13.975	−0.044	+13.931	
						$+13^s921$	

24 — 26

88 Nov. 13	-2^h38^m	l. d. II	12	-1^s036	$+0^s023$	-1^s013	2 F.
88 Dec. 7	+3 24	l. d. II	12	− 1.104	+0.020	− 1.084	2 F.
88 Dec. 8	+3 46	l. d. II	9	− 0.910	+0.030	− 0.880	2 F.
89 April 5	+2 51	r. d. II	12	− 0.992	+0.024	− 0.968	2 F.
89 April 19	+3 23	r. d. II	13	− 0.970	+0.028	− 0.942	2 F.
						-0^s977	

24 — 30

85 Dec. 30	$+2^h5^m$	o. d. II	10	-6^s671	0^s000	-6^s671	
86 Febr. 8	+0 31	o. h. II	21	− 6.721	+0.001	− 6.720	
86 Febr. 9	+2 55	o. d. II	10	− 6.604	+0.001	− 6.603	
86 Febr. 25	+1 22	o. d. II	10	− 6.646	+0.002	− 6.644	
86 März 8	+3 41	o. d. II	10	− 6.650	+0.001	− 6.649	
88 Nov. 5	−0 43	l. d. II	8	− 6.629	+0.001	− 6.628	
88 Nov. 9	−0 23	l. d. II	6	− 6.643	0.000	− 6.643	
88 Nov. 12	−1 33	l. d. II	9	− 6.709	+0.002	− 6.707	
88 Dec. 5	+2 16	r. d. II	8	− 6.567	−0.006	− 6.573	
89 April 5	+3 13	r. d. II	8	− 6.669	+0.005	− 6.664	
						-6^s650	

25 — 10

88 Nov. 9	-2^h13^m	l. d. I	8	$+21^s789$	$+0^s020$	$+21^s809$	[1]) $\frac{1}{2}$
88 Nov. 12	+1 50	l. d. II	7	+21.779	+0.043	+21.822	
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	9	+21.647	+0.035	+21.682	$\frac{1}{2}$
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	8	+21.672	−0.034	+21.638	$\frac{1}{2}$
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	7	+21.746	−0.001	+21.745	
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	7	+21.863	−0.078	+21.785	
						$[+21^s747]$	
						$+21^s759$	

1) Fäden verschwommen, schwache Sterne schlecht zu beobachten.

25—26

88 Nov. 10	$+1^h33^m$	l. d. II	10	− 0ˢ562	+0ˢ005	− 0ˢ557	2F. [1]	
88 Nov. 12	−1 11	l. d. II	10	− 0.542	+0.012	− 0.530	2F.	
88 Nov. 13	−2 19	l. d. II	11	− 0.345	+0.009	− 0.336	2F. [1]	
88 Dec. 1	−0 27	r. d. I	17	− 0.463	−0.007	− 0.470	2F.	½
88 Dec. 4	−0 23	r. d. II	12	− 0.460	−0.004	− 0.464	2F.	
88 Dec. 5	+2 53	r. d. II	15	− 0.372	−0.022	− 0.394	2F.	
						[− 0ˢ458]		
						− 0ˢ457		

1) Fäden verschwommen.

25—30

85 Dec. 28	-0^h14^m	o. d. II	11	− 6ˢ228	−0ˢ002	− 6ˢ230	[1]	
86 Febr. 28	+2 54	o. d. II	8	− 6.232	+0.003	− 6.229	[1]	
88 Nov. 8	−2 48	l. d. II	8	− 6.255	−0.001	− 6.256		
88 Nov. 10	−0 34	l. d. II	8	− 6.251	−0.009	− 6.260		
88 Nov. 11	−2 12	l. d. II	8	− 6.144	−0.003	− 6.147		
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	− 6.213	+0.009	− 6.204		½
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	− 6.071	−0.011	− 6.082		
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	8	− 6.165	+0.043	− 6.122		
						[− 6ˢ194]		
						− 6ˢ190		

1) * 25 sehr schwach.

26 Hauptstern.

27—4

88 Nov. 9	-2^h54^m	l. d. I	8	+43ˢ631	+0ˢ015	+43ˢ646	
88 Nov. 11	−1 18	l. d. II	8	+43.427	+0.007	+43.434	
88 Nov. 12	−0 7	l. d. II	8	+43.392	+0.032	+43.424	
89 April 4	+3 12	r. d. II	9	+43.436	+0.034	+43.470	
						+43ˢ493	

27—10

85 Dec. 28	$+2^h24^m$	o. d. II	11	+22ˢ593	−0ˢ001	+22ˢ592
86 Febr. 8	+2 58	o. d. II	16	+22.622	−0.003	+22.619
86 Febr. 9	+2 9	o. d. II	12	+22.591	−0.001	+22.590
86 Febr. 28	+0 46	o. d. II	11	+22.612	0.000	+22.612
88 Nov. 9	−3 12	l. d. II	7	+22.534	+0.008	+22.542
88 Nov. 11	−1 3	l. d. II	9	+22.603	+0.004	+22.607
88 Nov. 12	−0 23	l. d. II	9	+22.638	+0.017	+22.655
88 Nov. 13	−0 11	l. d. I	8	+22.517	+0.012	+22.529
88 Dec. 3	+2 43	r. d. II	7	+22.743	−0.012	+22.731
88 Dec. 4	+1 50	r. d. II	8	+22.744	0.000	+22.744
88 Dec. 5	+1 23	r. d. II	7	+22.704	−0.030	+22.674
						+22ˢ627

27—26

88 Nov. 10	$+1^h39^m$	l. d. II	8	+ 0ˢ334	−0ˢ012	+ 0ˢ322	2F.
88 Nov. 12	+0 32	l. d. II	12	+ 0.476	−0.021	+ 0.455	2F.
88 Nov. 13	−2 32	l. d. II	10	+ 0.427	−0.016	+ 0.411	2F.
89 April 5	+2 56	r. d. II	12	+ 0.490	−0.016	+ 0.474	2F.
89 April 19	+3 29	r. d. II	13	+ 0.461	−0.017	+ 0.444	2F.
						+ 0ˢ421	

27—30

88 Nov. 5	$-0^h 12^m$	l. d. I	7	− 5ˢ224	−0ˢ019	− 5ˢ243
88 Nov. 12	+1 36	l. d. II	8	− 5.181	−0.044	− 5.225
88 Nov. 13	−1 17	l. d. I	12	− 5.132	−0.034	− 5.166
89 April 4	+3 16	r. d. II	8	− 5.210	−0.066	− 5.276
89 April 5	+3 22	r. d. II	8	− 5.145	−0.061	− 5.206
89 April 6	+3 54	r. d. II	10	− 5.167	−0.053	− 5.220
						− 5ˢ223

28—14

86 Febr. 20	$+3^h 38^m$	o. d. II	8	+17ˢ255	−0ˢ001	+17ˢ254
86 März 9	+1 36	o. d. II	10	+17.287	−0.002	+17.285
88 Nov. 5	−2 50	l. d. II	8	+17.240	−0.002	+17.238
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	9	+17.308	0.000	+17.308
88 Nov. 12	−0 37	l. d. II	8	+17.235	−0.003	+17.232
88 Dec. 3	+1 21	r. d. I	7	+17.316	+0.005	+17.321
88 Dec. 4	+0 8	r. d. II	7	+17.244	+0.002	+17.246
88 Dec. 5	+0 18	r. d. II	8	+17.250	+0.012	+17.262
						+17ˢ268

28—30

85 Dec. 30	$+2^h 34^m$	o. d. II	11	− 3ˢ422	0ˢ000	− 3ˢ422
86 Febr. 9	+3 12	o. d. II	10	− 3.454	−0.001	− 3.455
86 Febr. 20	+4 3	o. d. II	14	− 3.409	−0.009	− 3.418
86 März 9	+1 10	o. d. II	9	− 3.406	+0.002	− 3.404
88 Nov. 5	−2 5	l. d. II	11	− 3.388	+0.012	− 3.376
88 Nov. 9	−0 12	l. d. II	8	− 3.512	+0.012	− 3.500
88 Nov. 12	−1 33	l. d. II	9	− 3.459	+0.025	− 3.434
89 April 5	+3 13	r. d. II	9	− 3.404	+0.035	− 3.369
						− 3ˢ422

29—14

88 Nov. 5	$-3^h 9^m$	l. d. II	6	+18ˢ440	−0ˢ003	+18ˢ437	
88 Nov. 10	−1 34	l. d. II	9	+18.609	−0.001	+18.608	
88 Nov. 11	+0 55	l. d. II	8	+18.526	0.000	+18.526 [1])	
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	6	+18.542	−0.001	+18.541	½
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	+18.409	+0.004	+18.413	½
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	+18.567	+0.001	+18.568	
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	+18.551	+0.016	+18.567	
						[+18ˢ523]	
						+18ˢ531	

1) Tasterfeder am Registrir-Apparat in Unordnung, Streifen schlecht abzulesen.

29—30

88 Nov. 5	$-4^h 38^m$	l. d. II	7	− 2ˢ027	+0ˢ011	− 2ˢ016		
88 Nov. 8	−2 32	l. d. II	9	− 2.181	−0.009	− 2.190	2F.	
88 Nov. 10	−0 39	l. d. II	10	− 2.164	−0.001	− 2.165	2F.	
88 Dec. 1	−0 43	r. d. I	13	− 2.212	−0.002	− 2.214	2F.	½
88 Dec. 4	−0 32	r. d. II	14	− 2.249	+0.007	− 2.242	2F.	
88 Dec. 5	+3 9	r. d. II	13	− 2.166	−0.045	− 2.211	2F.	
						[− 2ˢ173]		
						− 2ˢ169		

30 Hauptstern.

31—14

88 Nov. 5	−2h 50m	l. d. II	8	+21s002	−0s013	+20s989		
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	9	+21.047	+0.002	+21.049		
88 Nov. 11	−0 11	l. d. II	8	+20.996	−0.004	+20.992		
88 Dec. 3	+1 21	r. d. I	6	+20.997	+0.027	+21.024		½
88 Dec. 4	+0 8	r. d. II	9	+21.101	+0.002	+21.103		
88 Dec. 5	+0 18	r. d. II	8	+20.942	+0.066	+21.008		
						[+21s022]		
						+21s022		

31—26

86 Febr. 25	+1h 55m	o. d. II	10	+ 6s164	+0s001	+ 6s165	[1])
86 März 8	+4 15	o. d. II	12	+ 6.053	+0.012	+ 6.065	
88 Nov. 10	+1 12	l. d. II	5	+ 6.064	+0.011	+ 6.075	
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	10	+ 6.114	+0.017	+ 6.131	
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+ 6.169	−0.059	+ 6.110	
88 Dec. 7	+2 33	l. d. II	8	+ 6.160	+0.013	+ 6.173	
88 Dec. 8	+3 2	l. d. II	7	+ 6.129	+0.022	+ 6.151	
88 Dec. 13	+4 1	l. d. II	11	+ 6.033	+0.022	+ 6.055	
						+ 6s116	

1) * 31 sehr schwach.

31—30

88 Nov. 5	−1h 38m	l. d. II	11	+ 0s311	+0s002	+ 0s313	2F.	
88 Nov. 8	−2 32	l. d. II	9	+ 0.524	0.000	+ 0.524	2F.	
88 Nov. 10	−0 39	l. d. II	10	+ 0.428	0.000	+ 0.428	2F.	
88 Dec. 1	−0 43	r. d. I	13	+ 0.392	0.000	+ 0.392	2F.	½
88 Dec. 4	−0 32	r. d. II	14	+ 0.428	+0.001	+ 0.429	2F.	
88 Dec. 5	+3 9	r. d. II	12	+ 0.441	−0.002	+ 0.439	2F.	
						[+ 0s421]		
						+ 0s423		

32 Hauptstern.

33—14

86 März 10	+1h 31m	o. d. II	10	+22s098	0s000	+22s098	
88 Dec. 3	+2 32	r. d. I	8	+22.280	−0.031	+22.249	½
88 Dec. 4	+1 32	r. d. II	8	+22.105	0.000	+22.105	
88 Dec. 5	+2 3	r. d. II	8	+22.172	−0.083	+22.089	
						[+22s135]	
						+22s119	

33—40

88 Nov. 10	−1h 1m	l. d. II	7	− 8s531	−0s004	− 8s535	
88 Nov. 12	−2 25	l. d. II	13	− 8.532	−0.011	− 8.543	
88 Nov. 30	−1 33	r. d. II	9	− 8.544	−0.004	− 8.548	
88 Nov. 30	−0 39	r. d. I	7	− 8.500	−0.004	− 8.504	½
88 Dec. 4	−1 48	r. d. II	8	− 8.505	0.000	− 8.505	
88 Dec. 5	−1 21	r. d. II	7	− 8.394	+0.019	− 8.375	
						[− 8s502]	
						− 8s501	

33 — 11

88 Nov. 30	$-1^h\ 8^m$	l. d. I	9	$-12^s.333$	$-0^s.011$	$-12^s.343$	½
88 Dec. 4	+3 11	r. d. II	10	−12.360	0.000	−12.360	
88 Dec. 5	+1 43	r. d. II	8	−12.397	+0.076	−12.321	
88 Dec. 8	+3 55	l. d. II	8	−12.435	−0.030	−12.465	
						[$-12^s.372$]	
						$-12^s.376$	

34 — 40

85 Dec. 2	-0^h51^m	o. h. II	9	$-7^s.278$	$-0^s.001$	$-7^s.279$
85 Dec. 30	+4 5	o. d. II	9	−7.324	−0.003	−7.327
86 Febr. 20	+2 48	o. d. II	10	−7.302	+0.001	−7.301
86 März 10	+0 58	o. d. II	13	−7.234	+0.003	−7.231
88 Nov. 9	+0 33	l. d. II	8	−7.336	+0.001	−7.335
88 Nov. 10	−1 15	l. d. II	10	−7.360	+0.003	−7.357
88 Nov. 12	−0 49	l. d. II	9	−7.329	+0.007	−7.322
89 April 4	+3 58	r. d. II	8	−7.307	+0.012	−7.295
89 April 6	+3 35	r. d. II	8	−7.299	+0.010	−7.289
						$-7^s.304$

34 — 44

88 Nov. 5	-3^h33^m	l. d. II	10	$-11^s.088$	$-0^s.009$	$-11^s.097$
88 Nov. 10	+2 2	l. d. II	10	−11.157	−0.008	−11.165
88 Nov. 12	+1 4	l. d. II	9	−11.206	−0.020	−11.226
89 April 4	+2 38	r. d. II	9	−11.059	−0.024	−11.083
89 April 5	+3 35	r. d. II	9	−11.123	−0.026	−11.149
89 April 6	+3 19	r. d. II	8	−11.146	−0.020	−11.166
						$-11^s.148$

35 — 4

88 Nov. 9	-2^h54^m	l. d. I	8	$+51^s.881$	$+0^s.017$	$+51^s.898$
88 Nov. 11	−1 18	l. d. II	8	+51.595	+0.009	+51.604
88 Nov. 12	−0 7	l. d. II	8	+51.689	+0.034	+51.723
89 April 4	+3 12	r. d. II	9	+51.662	+0.038	+51.700
						$+51^s.731$

35 — 10

88 Nov. 9	-3^h12^m	l. d. II	7	$+30^s.837$	$+0^s.010$	$+30^s.847$
88 Nov. 11	−1 3	l. d. II	9	+30.809	+0.005	+30.814
88 Nov. 12	−0 23	l. d. II	9	+30.859	+0.020	+30.879
88 Nov. 13	−0 11	l. d. I	8	+30.837	+0.016	+30.853
88 Dec. 3	+2 43	r. d. II	7	+30.880	−0.014	+30.866
88 Dec. 4	+1 50	r. d. II	7	+30.939	0.000	+30.939
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	6	+30.795	−0.037	+30.758
88 Dec. 5	+1 23	r. d. II	7	+30.914	−0.037	+30.877
						$+30^s.854$

35 — 26

86 Febr. 8	+1h 46m	o.hd.II	20	+ 8s677	0s000	+ 8s677	
86 Febr. 28	+1 18	o. d. II	11	+ 8.717	−0.002	+ 8.715	
88 Nov. 12	+0 32	l. h. II	11	+ 8.615	−0.021	+ 8.594	2F.
88 Nov. 13	−2 32	l. d. II	5	+ 8.748	−0.012	+ 8.736	2F.
89 April 5	+3 5	r. d. II	9	+ 8.630	−0.019	+ 8.611	
89 April 19	+3 36	r. d. II	10	+ 8.622	−0.021	+ 8.601	
						+ 8s656	

35 — 30

88 Nov. 5	−0h 12m	l. d. II	6	+ 2s883	−0s017	+ 2s866
88 Nov. 12	+1 36	l. d. II	8	+ 3.059	−0.042	+ 3.017
88 Nov. 13	+1 17	l. d. I	12	+ 3.070	−0.032	+ 3.038
89 April 4	+3 46	r. d. II	8	+ 2.980	−0.061	+ 2.919
89 April 5	+3 22	r. d. II	8	+ 3.007	−0.056	+ 2.951
89 April 6	+3 54	r. d. II	10	+ 2.996	−0.049	+ 2.947
						+ 2s956

36 — 14

88 Nov. 5	−2h 50m	l. d. II	8	+24s292	−0s012	+24s280
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	9	+24.134	+0.002	+24.136
88 Nov. 11	−0 11	l. d. II	9	+24.274	−0.004	+24.270
88 Dec. 3	+1 21	r. d. II	7	+24.169	+0.026	+24.195
88 Dec. 4	+0 8	r. d. II	8	+24.217	+0.002	+24.219
88 Dec. 5	+0 18	r. d. II	8	+24.110	+0.063	+24.173
						+24s212

36 — 26

88 Dec. 4	−0h 53m	r. d. II	10	+ 9s254	−0s001	+ 9s253
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+ 9.360	−0.062	+ 9.298
88 Dec. 7	+2 33	l. d. II	8	+ 9.352	+0.014	+ 9.366
88 Dec. 8	+3 2	l. d. II	8	+ 9.302	+0.022	+ 9.324
88 Dec. 13	+4 1	l. d. II	11	+ 9.251	+0.022	+ 9.273
						+ 9s303

36 — 30

85 Dec. 30	+2h 5m	o. d. II	8	+ 3s509	0s000	+ 3s509	
88 Nov. 9	−0 23	l. d. II	6	+ 3.578	+0.001	+ 3.579	
88 Nov. 10	−0 14	l. d. II	9	+ 3.580	+0.002	+ 3.582	
88 Nov. 11	−0 40	l. d. II	7	+ 3.535	0.000	+ 3.535	
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	+ 3.491	0.000	+ 3.491	½
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	8	+ 3.574	0.000	+ 3.574	
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	8	+ 3.496	−0.005	+ 3.491	
						[+ 3s537]	
						+ 3s541	

37 — 40

86 März 10	+0h 28m	o. d. II	12	− 4s462	+0s003	− 4s459
88 Nov. 8	−3 32	l. d. II	8	− 4.481	−0.001	− 4.482
88 Nov. 10	−1 1	l. d. II	7	− 4.460	+0.004	− 4.456
88 Nov. 12	−2 18	l. d. II	9	− 4.463	+0.010	− 4.453
88 Nov. 30	−1 33	r. d. II	9	− 4.408	+0.002	− 4.406
88 Dec. 4	+2 57	r. d. II	9	− 4.333	−0.001	− 4.334
88 Dec. 5	+1 54	r. d. II	8	− 4.397	−0.025	− 4.422
89 April 4	+3 58	r. d. II	5	− 4.546	+0.013	− 4.533
						− 4s443

37 — 44

88 Nov. 5	−3^{h}33^m	l. d. II	10	− 8^s.237	−0^s.007	− 8^s.244		
88 Nov. 8	−3 48	l. d. II	9	− 8.410	−0.003	− 8.413		
88 Nov. 10	+1 45	l. d. II	9	− 8.303	−0.008	− 8.311	1)	
88 Nov. 12	−2 11	l. d. II	8	− 8.294	−0.014	− 8.308		
88 Nov. 30	−1 8	r. d. I	9	− 8.271	−0.005	− 8.276		½
88 Dec. 4	+3 11	r. d. II	10	− 8.200	−0.001	− 8.201		
88 Dec. 5	+1 43	r. d. II	8	− 8.250	+0.031	− 8.219		
89 April 5	+3 35	r. d. II	8	− 8.256	−0.015	− 8.271		
89 April 6	+3 19	r. d. II	8	− 8.317	−0.012	− 8.329		
						[− 8^s.286]		
						− 8^s.286		

1) Fäden undeutlich.

38 — 40

88 Nov. 8	−3^{h}41^m	l. d. II	9	− 4^s.583	0^s.000	− 4^s.583	
88 Nov. 10	−0 58	l. d. II	7	− 4.734	+0.006	− 4.728	
88 Nov. 12	−2 25	l. d. II	13	− 4.851	+0.015	− 4.836	
88 Nov. 30	−1 21	r. d. I	10	− 4.608	+0.003	− 4.605	½
88 Dec. 4	+3 0	r. d. II	9	− 4.493	−0.001	− 4.494	
88 Dec. 5	+1 52	r. d. II	8	− 4.417	−0.045	− 4.462	
						[− 4^s.618]	
						− 4^s.619	

38 — 44

88 Nov. 5	−3^{h}47^m	l. d. II	10	− 8^s.539	−0^s.005	− 8^s.544	
88 Nov. 8	−3 36	l. d. II	8	− 8.490	−0.002	− 8.492	
88 Nov. 30	−1 4	l. d. I	9	− 8.423	−0.004	− 8.427	½
88 Dec. 4	+3 3	r. d. II	9	− 8.597	−0.001	− 8.598	
88 Dec. 5	+1 50	r. d. II	9	− 8.322	+0.021	− 8.301	
						[− 8^s.472]	
						− 8^s.477	

39 — 10

88 Nov. 9	−2^{h}13^m	l. d. I	8	+33^s.416	+0^s.020	+33^s.436	1)
88 Nov. 12	+1 50	l. d. II	8	+33.549	+0.044	+33.593	
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	9	+33.490	+0.035	+33.525	
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	+33.486	−0.034	+33.452	
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	9	+33.481	0.000	+33.481	
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	7	+33.594	−0.088	+33.506	
						+33^s.499	

1) Fäden verschwommen.

39 — 26

85 Dec. 28	+3^{h}13^m	o. d. II	9	+11^s.328	−0^s.002	+11^s.326	
86 Febr. 8	+0 31	o. h. II	13	+11.335	0.000	+11.335	
86 Febr. 9	+2 26	o. d. II	10	+11.267	−0.002	+11.265	
86 Febr. 25	+1 55	o. d. II	10	+11.285	−0.002	+11.283	
86 Febr. 28	+2 6	o. d. II	6	+11.268	−0.002	+11.266	
88 Nov. 10	+1 12	l. d. II	8	+11.278	+0.002	+11.280	1)
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	9	+11.260	+0.003	+11.263	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+11.298	+0.003	+11.301	
89 April 5	+3 5	r. d. II	9	+11.278	−0.002	+11.276	
89 April 19	+3 36	r. d. II	8	+11.257	−0.003	+11.254	
						+11^s.285	

1) Vom 5. Durchgang an Fäden verschwommen.

39 — 30

85 Dec. 28	-0^h16^m	o. d. II	11	+ 5ˢ644	−0ˢ002	+ 5ˢ642	
86 Febr. 8	+1 43	o. d. II	10	+ 5.591	0.000	+ 5.591	
88 Nov. 5	−0 43	l. d. II	9	+ 5.600	−0.007	+ 5.593	
88 Nov. 8	−2 13	l. d. II	8	+ 5.645	+0.001	+ 5.646	1)
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	9	+ 5.670	−0.008	+ 5.662	
88 Nov. 10	−0 34	l. d. II	8	+ 5.575	−0.008	+ 5.567	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+ 5.603	−0.015	+ 5.588	
89 April 4	+3 46	r. d. II	8	+ 5.629	−0.030	+ 5.599	
89 April 5	+3 22	r. d. II	8	+ 5.590	−0.027	+ 5.563	
89 April 6	+3 54	r. d. II	10	+ 5.657	−0.024	+ 5.633	
						+ 5ˢ608	

1) Durch Wolken.

40 Hauptstern.

41 — 14

88 Nov. 5	-2^h50^m	l. d. II	8	+30ˢ772	−0ˢ011	+30ˢ761	
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	9	+30.754	+0.003	+30.757	
88 Nov. 11	−0 11	l. d. II	7	+30.863	−0.002	+30.861	
88 Dec. 3	+1 21	r. d. I	7	+30.709	+0.025	+30.734	½
88 Dec. 4	+0 8	r. d. II	9	+30.972	+0.003	+30.975	
88 Dec. 5	+0 18	r. d. II	8	+30.761	+0.062	+30.823	
						[+30ˢ818]	
						+30ˢ826	

41 — 26

88 Dec. 4	-0^h53^m	r. d. II	10	+15ˢ811	0ˢ000	+15ˢ811
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	8	+16.011	−0.063	+15.948
88 Dec. 7	+2 33	l. d. II	8	+15.960	+0.014	+15.974
88 Dec. 8	+3 2	l. d. II	6	+15.971	+0.024	+15.995
88 Dec. 13	+4 1	l. d. II	10	+15.862	+0.024	+15.886
						+15ˢ923

41 — 30

88 Nov. 9	-0^h23^m	l. d. II	6	+10ˢ162	+0ˢ002	+10ˢ164	
88 Nov. 10	−0 14	l. d. II	9	+10.262	+0.002	+10.264	
88 Nov. 11	−0 40	l. d. II	7	+10.146	+0.002	+10.148	
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	8	+10.246	+0.004	+10.250	½
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	+10.228	+0.003	+10.231	
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	8	+10.227	+0.008	+10.235	
						[+10ˢ215]	
						+10ˢ212	

42 — 14

85 Dec. 2	$+0^h21^m$	o. d. II	10	+32ˢ285	+0ˢ002	+32ˢ287	
86 Febr. 8	−0 31	o. d. II	9	+32.394	−0.002	+32.392	
86 Febr. 20	+2 43	o. d. II	15	+32.377	−0.001	+32.376	
86 März 9	+1 36	o. d. II	19	+32.461	−0.003	+32.458	
88 Nov. 5	−3 9	l. d. II	7	+32.304	0.000	+32.304	
88 Nov. 10	−1 34	l. d. II	9	+32.503	+0.003	+32.506	
88 Nov. 11	+0 55	l. d. II	8	+32.365	+0.002	+32.367	1)
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	6	+32.198	+0.002	+32.200	
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	+32.418	+0.002	+32.420	
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	+32.519	+0.003	+32.522	
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	+32.387	+0.005	+32.392	
						+32ˢ384	

1) Tasterfeder in Unordnung; Streifen schlecht abzulesen.

42 — 30

85 Dec. 30	+2ʰ34ᵐ	o. d. II	10	+11ˢ711	−0ˢ002	+11ˢ709
86 Febr. 9	+3 12	o. d. II	9	+11.645	−0.002	+11.643
86 Febr. 20	+4 3	o. d. II	11	+11.783	−0.010	+11.773
88 Nov. 5	−2 5	l. d II	11	+11.747	+0.015	+11.762
88 Nov. 9	−0 12	l. d. II	8	+11.632	+0.015	+11.647
88 Nov. 12	−1 33	l. d. II	8	+11.766	+0.030	+11.796
88 Dec. 3	+2 23	r. d. I	9	+11.858	−0.025	+11.833
88 Dec. 4	+1 39	r. d. II	9	+11.728	0.000	+11.728
88 Dec. 5	+2 9	r. d. II	5	+11.794	−0.064	+11.730
						+11ˢ732

43 — 14

86 Febr. 8	−0ʰ12ᵐ	o. d. II	10	+34ˢ343	−0ˢ003	+34ˢ340	
86 März 8	+3 55	o. d. II	10	+34.264	−0.005	+34.259	
88 Nov. 5	−2 50	l. d. II	8	+34.330	−0.011	+34.319	
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	8	+34.105	+0.004	+34.109	
88 Nov. 11	−0 11	l. d. II	9	+34.269	−0.002	+34.267	
88 Dec. 3	+1 21	r. d. I	7	+34.120	+0.026	+34.146	½
88 Dec. 4	+0 8	r. d. II	9	+34.340	+0.003	+34.343	
88 Dec. 5	+0 18	r. d. II	8	+34.127	+0.064	+34.191	
						[+34ˢ247]	
						+34ˢ253	

43 — 26

88 Dec. 4	−0ʰ53ᵐ	r. d. II	9	+19ˢ323	0ˢ000	+19ˢ323
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+19.453	−0.062	+19.391
88 Dec. 7	+2 33	l. d. II	8	+19.452	+0.014	+19.466
88 Dec. 8	+3 2	l. d. II	7	+19.339	+0.023	+19.362
88 Dec. 13	+4 1	l. d. II	10	+19.440	+0.024	+19.464
						+19ˢ401

43 — 30

88 Nov. 9	−0ʰ23ᵐ	l. d. II	6	+13ˢ687	+0ˢ003	+13ˢ690	
88 Nov. 10	−0 14	l. d. II	6	+13.650	+0.002	+13.652	
88 Nov. 11	−0 40	l. d. II	8	+13.667	+0.002	+13.669	
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	9	+13.644	0.000	+13.644	½
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	8	+13.684	+0.001	+13.685	
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	8	+13.685	−0.005	+13.680	
						[+13ˢ670]	
						+13ˢ672	

44 Hauptstern.

45 — 10

85 Dec. 28	+2ʰ24ᵐ	o. d. II	11	+41ˢ933	−0ˢ001	+41ˢ932	
86 Febr. 28	+0 46	o. d. II	11	+41.962	−0.002	+41.960	
88 Nov. 9	−2 13	l. d. I	9	+41.893	+0.015	+41.908	1)
88 Nov. 12	−0 23	l. d. II	9	+41.923	+0.030	+41.953	
88 Nov. 12	−1 50	l. d. II	7	+41.920	+0.030	+41.950	
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	+41.883	−0.021	+41.862	
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	8	+41.847	0.000	+41.847	
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	7	+41.963	−0.059	+41.904	
						+41ˢ914	

1) Fäden verschwommen.

45—26

85 Dec. 28	+1h 43m	o. d. II	11	+19s551	−0s001	+19s550
86 Febr. 8	+2 39	o. d. II	12	+19.637	−0.001	+19.636
86 Febr. 28	+1 18	o. d. II	11	+19.695	−0.003	+19.692
88 Nov. 10	+0 15	l. d. II	8	+19.606	−0.002	+19.604
88 Nov. 11	−1 11	l. d. II	9	+19.644	0.000	+19.644
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+19.792	−0.004	+19.788
89 April 3	+2 57	r. d. II	9	+19.798	−0.010	+19.788
89 April 5	+3 5	r. d. II	9	+19.717	−0.007	+19.710
89 April 19	+3 36	r. d. II	9	+19.766	−0.008	+19.758
						+19s686

45—30

88 Nov. 5	−0h 43m	l. d. II	9	+14s128	−0s011	+14s117	
88 Nov. 8	−2 13	l. d. II	8	+14.009	+0.002	+14.011	1)
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	8	+14.051	−0.012	+14.039	
88 Nov. 11	−2 12	l. d. II	8	+14.106	−0.004	+14.102	
88 Nov. 12	+1 36	l. d. II	8	+14.010	−0.031	+13.979	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+13.998	−0.023	+13.975	
89 April 4	+3 46	r. d. II	8	+14.050	−0.047	+14.003	
89 April 5	+3 22	r. d. II	8	+13.989	−0.044	+13.945	
89 April 6	+3 54	r. d. II	10	+14.012	−0.038	+13.974	
						+14s016	

1) Durch Wolken beobachtet.

46—14

85 Dec. 2	+0h 21m	o. d. II	10	+37s955	+0s002	+37s957	
86 Febr. 8	−0 31	o. d. II	7	+38.044	−0.006	+38.038	
86 März 9	+1 36	o. d. II	10	+38.100	−0.003	+38.097	
88 Nov. 5	−3 9	l. d. II	7	+37.939	+0.002	+37.941	
88 Nov. 10	−1 34	l. d. II	8	+37.945	+0.003	+37.948	
88 Nov. 11	+0 55	l. d. II	7	+37.927	−0.003	+37.924	1)
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	6	+37.903	−0.001	+37.902	½
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	+38.125	−0.015	+38.110	½
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	+38.170	−0.008	+38.162	
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	+38.170	−0.052	+38.118	
						[+38s019]	
						+38s021	

1) Tasterfeder am Registrir-Apparat in Unordnung; Streifen schlecht abzulesen.

46—30

88 Nov. 5	−2h 5m	l. d. II	9	+17s571	+0s011	+17s582	
88 Nov. 12	−1 33	l. d. II	6	+17.502	+0.021	+17.523	
88 Dec. 3	+2 23	r. d. I	9	+17.551	−0.017	+17.534	½
88 Dec. 4	+1 39	r. d. II	9	+17.506	0.000	+17.506	
88 Dec. 5	+2 9	r. d. II	5	+17.574	−0.045	+17.529	
						[+17s535]	
						+17s535	

47—4

88 Nov. 9	−2^{h}54^m	l. d. I	8	+67^s.967	+0^s.007	+67^s.974	½
88 Nov. 9	−0 45	l. d. II	6	+67.936	+0.007	+67.943	
88 Nov. 11	−1 18	l. d. II	8	+67.927	+0.009	+67.936	
88 Nov. 12	−0 7	l. d. II	8	+68.026	+0.001	+68.027	
88 Dec. 3	+3 13	r. d. II	8	+68.020	+0.019	+68.039	
88 Dec. 4	+2 33	r. d. II	8	+68.070	+0.010	+68.080	
88 Dec. 5	+0 51	r. d. II	8	+67.900	+0.033	+67.933	
						[+67^s.990]	
						+67^s.992	

47—10

88 Nov. 11	−1^h 3^m	l. d. II	7	+47^s.491	+0^s.003	+47^s.494	
88 Nov. 12	−0 23	l. d. II	8	+47.006	+0.002	+47.008	
88 Nov. 13	−0 11	l. d. I	8	+47.027	0.000	+47.027	½
88 Dec. 3	+2 13	r. d. II	7	+47.243	+0.004	+47.247	
88 Dec. 3	+2 55	r. d. II	8	+47.059	+0.004	+47.063	
88 Dec. 4	+1 50	r. d. II	8	+47.184	+0.002	+47.186	
88 Dec. 4	+2 2	r. d. II	8	+47.110	+0.002	+47.112	
						[+47^s.120]	
						+47^s.127	

48—14

85 Dec. 30	+3^h 8^m	o. d. II	9	+44^s.380	+0^s.002	+44^s.382	
86 Febr. 20	+1 48	o. d. II	9	+44.400	−0.003	+44.397	
86 März 10	+0 24	o. d. II	10	+44.530	−0.003	+44.527	
88 Nov. 9	+0 10	l. d. I	9	+44.356	+0.010	+44.366	
88 Nov. 10	−1 48	l. d. II	8	+44.380	+0.010	+44.390	
88 Nov. 11	+0 55	l. d. II	8	+44.381	+0.005	+44.386	1)
88 Nov. 12	−1 54	l. d. II	9	+44.410	+0.019	+44.429	
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	6	+44.457	+0.007	+44.464	
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	+44.434	−0.004	+44.430	
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	+44.559	+0.001	+44.560	
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	+44.494	−0.030	+44.464	
						+44^s.436	

1) Tasterfeder am Registrir-Apparat in Unordnung, deshalb Streifen schlecht abzulesen.

48—40

86 Febr. 5	−2^h 3^m	o. d. II	10	+13^s.928	−0^s.002	+13^s.926	
86 Febr. 20	+2 24	o. d. II	11	+13.861	+0.001	+13.862	
86 März 10	+0 58	o. d. II	14	+13.939	−0.002	+13.937	
88 Nov. 10	−2 15	l. d. II	9	+13.979	−0.012	+13.967	
88 Nov. 11	−2 38	l. d. II	7	+13.853	−0.004	+13.849	
88 Nov. 12	−2 42	l. d. II	8	+13.025	−0.033	+13.992	
89 April 4	+3 58	r. d. II	8	+13.959	−0.051	+13.908	
						+13^s.920	

49 — 4

88 Nov. 9	−0h 45m	l. d. II	7	+75s923	−0s001	+75s922
88 Nov. 11	−1 18	l. d. II	7	+75.959	+0.002	+75.961
88 Nov. 12	−0 7	l. d. II	8	+75.969	−0.005	+75.964
88 Dec. 3	+3 13	r. d. II	8	+75.897	+0.012	+75.909
88 Dec. 4	+2 33	r. d. II	8	+75.905	+0.003	+75.908
88 Dec. 5	+0 51	r. d. II	9	+75.891	+0.026	+75.917
						+75s930

49 — 5

89 April 4	+2h 19m	r. d. II	8	+69s176	+0s028	+69s204
89 April 5	+2 19	r. d. II	8	+69.212	+0.027	+69.239
89 April 6	+2 35	l. d. II	8	+69.120	−0.012	+69.108
89 April 19	+4 1	l. d. II	8	+69.074	+0.009	+69.083
						+69s157

49 — 10

88 Nov. 13	−1h 2m	l. d. I	7	+55s061	−0s017	+55s044
88 Dec. 3	+2 55	r. d. II	8	+55.007	+0.023	+55.030
88 Dec. 4	+2 2	r. d. II	8	+55.072	+0.003	+55.075
88 Dec. 7	+3 8	l. d. II	8	+55.084	−0.008	+55.076
88 Dec. 8	+3 25	l. d. II	8	+55.165	−0.017	+55.148
89 April 5	+2 40	r. d. II	8	+55.075	−0.034	+55.041
						+55s069

50 — 14

85 Dec. 30	+3h 8m	o. d. II	9	+48s607	0s000	+48s607	
86 Febr. 20	+1 48	o. d. II	10	+48.569	−0.003	+48.566	
86 März 10	+0 24	o. d. II	11	+48.732	−0.005	+48.727	
88 Nov. 9	+0 10	l. d. I	8	+48.547	+0.006	+48.553	
88 Nov. 10	−1 48	l. d. II	8	+48.630	+0.007	+48.637	
88 Nov. 11	+0 55	l. d. II	8	+48.651	+0.005	+48.656	[1]
88 Nov. 12	−1 54	l. d. II	9	+48.676	+0.009	+48.685	
88 Nov. 30	+0 49	r. d. I	6	+48.667	+0.005	+48.672	
88 Dec. 1	−1 48	r. d. I	9	+48.712	+0.001	+48.713	
88 Dec. 4	−2 8	r. d. II	8	+48.746	+0.002	+48.748	
88 Dec. 5	−1 40	r. d. II	7	+48.770	−0.008	+48.762	
						+48s666	

1) Tasterfeder am Registrir-Apparat in Unordnung, deshalb Streifen schlecht abzulesen.

50 — 40

85 Dec. 2	−0h 15m	o. d. II	9	+18s109	−0s002	+18s107
86 Febr. 5	−2 3	o. d. II	9	+18.096	0.000	+18.096
86 Febr. 20	+2 24	o. d. II	11	+18.113	+0.001	+18.114
86 März 10	+0 58	o. d. II	14	+18.204	−0.004	+18.200
88 Nov. 10	−2 15	l. d. II	9	+18.187	−0.016	+18.171
88 Nov. 11	−2 38	l. d. II	7	+18.147	−0.005	+18.142
88 Nov. 12	−2 42	l. d. II	9	+18.229	−0.042	+18.187
89 April 4	+3 58	r. d. II	8	+18.230	−0.067	+18.163
						+18s147

51 — 10

88 Nov. 12	+1^{h}50^{m}	l. d. II	6	+59^{s}.443	+0^{s}.037	+59^{s}.480	
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	9	+59.380	+0.029	+59.409	½
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	+59.416	−0.026	+59.390	½
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	9	+59.556	+0.001	+59.557	
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	6	+59.500	−0.070	+59.430	
						[+59^{s}.453]	
						+59^{s}.467	

51 — 26

86 Febr. 9	+2^{h}26^{m}	o. d. II	9	+37^{s}.031	−0^{s}.002	+37^{s}.029	
86 Febr. 28	+2 6	o. d. II	6	+37.151	−0.003	+37.148	
88 Nov. 10	+0 15	l. d. II	8	+36.999	+0.002	+37.001	1)
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	9	+37.158	+0.002	+37.160	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+37.274	+0.002	+37.276	½
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	10	+37.218	+0.002	+37.220	
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+37.260	−0.002	+37.258	
						[+37^{s}.156]	
						+37^{s}.147	

1) Vom 5. Durchgang an Fäden verschwommen.

51 — 30

88 Nov. 5	−0^{h}43^{m}	l. d. II	9	+31^{s}.543	−0^{s}.008	+31^{s}.535	
88 Nov. 8	−3 38	l. d. II	8	+31.377	+0.003	+31.380	
88 Nov. 11	−2 12	l. d. II	8	+31.536	−0.008	+31.528	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+31.580	−0.019	+31.561	½
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	+31.383	+0.012	+31.395	½
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	+31.423	+0.003	+31.426	
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	8	+31.319	+0.054	+31.373	
						+31^{s}.453	

52 — 4

88 Nov. 9	−0^{h}45^{m}	l. d. II	7	+81^{s}.606	+0^{s}.002	+81^{s}.608
88 Nov. 11	−1 18	l. d. II	8	+81.544	+0.003	+81.547
88 Nov. 12	−0 7	l. d. II	8	+81.612	−0.004	+81.608
88 Dec. 3	+3 13	r. d. II	8	+81.537	+0.012	+81.549
88 Dec. 4	+2 33	r. d. II	8	+81.624	+0.004	+81.628
88 Dec. 5	+0 51	r. d. II	9	+81.406	+0.024	+81.430
						+81^{s}.562

52 — 5

89 April 4	+2^{h}19^{m}	r. d. II	8	+74^{s}.847	+0^{s}.027	+74^{s}.874
89 April 5	+2 19	r. d. II	8	+74.897	+0.026	+74.923
89 April 6	+2 35	l. d. II	8	+74.776	−0.013	+74.763
89 April 19	+2 1	l. d. II	8	+74.867	+0.008	+74.875
						+74^{s}.859

52 — 10

88 Nov. 9	−1^{h} 5^{m}	l. h. I	8	+60^{s}.644	−0^{s}.005	+60^{s}.639
88 Nov. 13	−0 11	l. d. I	8	+60.752	−0.017	+60.735
88 Dec. 3	+2 55	r. d. II	8	+60.749	+0.023	+60.772
88 Dec. 4	+2 2	r. d. II	8	+60.700	+0.003	+60.703
88 Dec. 7	+3 8	l. d. II	8	+60.740	−0.008	+60.732
88 Dec. 8	+3 25	l. d. II	8	+60.782	−0.016	+60.766
89 April 5	+2 40	r. d. II	9	+60.674	−0.034	+60.640
						+60^{s}.712

53—10

88 Nov. 9	−2h 13m	l. d. I	8	+67s.859	+0s.034	+67s.893 [1]
88 Nov. 12	+1 50	l. d. II	7	+67.894	+0.050	+67.944
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	9	+67.929	+0.040	+67.969
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	+67.886	−0.035	+67.851
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	9	+67.936	+0.001	+67.937
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	7	+67.984	−0.093	+67.891
						+67s.914

1) Fäden verschwommen.

53—26

86 Febr. 9	+2h 26m	o. d. II	10	+45s.800	−0s.004	+45s.796
88 Nov. 10	+1 12	l. d. II	8	+45.797	+0.008	+45.805
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	9	+45.703	+0.005	+45.708
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+45.716	+0.012	+45.728
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	10	+45.752	+0.001	+45.753
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+45.708	−0.025	+45.683
						+45s.745

53—30

86 Febr. 8	+2h 4m	o. d. II	6	+40s.158	−0s.002	+40s.156
86 Febr. 28	+2 54	o. d. II	9	+39.995	−0.001	+39.994
88 Nov. 5	−0 43	l. d. II	10	+40.122	−0.002	+40.120
88 Nov. 8	−2 13	l. d. II	8	+40.147	+0.004	+40.151 [1]
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	9	+40.147	−0.003	+40.144
88 Nov. 11	−2 12	l. d. II	8	+40.031	+0.001	+40.032
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+40.021	−0.009	+40.012
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	+39.990	+0.007	+39.997
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	+40.052	+0.002	+40.054
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	8	+40.025	+0.033	+40.058
						+40s.072

1) Durch Wolken beobachtet.

54—14

86 Febr. 20	+1h 48m	o. d. II	9	+61s.672	−0s.004	+61s.668
88 Nov. 10	−1 48	l. d. II	8	+61.719	+0.018	+61.737
88 Nov. 12	−1 54	l. d. II	9	+61.624	+0.036	+61.660
89 April 3	+3 41	r. d. II	6	+61.703	+0.058	+61.761
89 April 4	+2 57	r. d. II	8	+61.664	+0.036	+61.700
89 April 5	+3 58	r. d. II	8	+61.696	+0.041	+61.737
						+61s.710

54—40

86 Febr. 5	−2h 3m	o. d. II	9	+31s.247	−0s.005	+31s.242
86 Febr. 20	+2 24	o. d. II	10	+31.189	−0.001	+31.188
86 März 10	+0 58	o. d. II	13	+31.229	−0.003	+31.226
88 Nov. 9	+0 33	l. d. II	7	+31.223	−0.007	+31.216
88 Nov. 10	−2 15	l. d. II	9	+31.259	−0.004	+31.255
88 Nov. 11	−2 38	l. d. II	7	+31.159	0.000	+31.159
88 Nov. 12	−2 42	l. d. II	9	+31.282	−0.015	+31.267
89 April 4	+3 58	r. d. II	8	+31.254	−0.028	+31.226
89 April 6	+3 35	r. d. II	8	+31.232	−0.021	+31.211
						+31s.221

55 — 40

85 Dec. 30	+4h 5m	o. d. II	9	+32^{s}789	−0^{s}002	+32^{s}787		
86 Febr. 20	+2 48	o. d. II	10	+32.858	−0.002	+32.856		
88 Nov. 10	−1 15	l. d. II	10	+32.795	+0.002	+32.797		
88 Nov. 12	+0 49	l. d. II	9	+32.798	+0.006	+32.804		
89 April 4	+3 58	r. d. II	7	+32.916	+0.003	+32.919		
89 April 6	+3 35	r. d. II	8	+32.864	+0.001	+32.865		
						+32^{s}838		

55 — 44

88 Nov. 5	−3h 33m	l. d. II	10	+29^{s}133	−0^{s}007	+29^{s}126		
88 Nov. 10	+2 2	l. d. II	8	+29.099	−0.008	+29.091		
88 Nov. 12	+1 4	l. d. II	9	+29.040	−0.021	+29.019		
89 April 4	+2 38	r. d. II	9	+29.088	−0.033	+29.055		
89 April 5	+3 35	r. d. II	8	+29.070	−0.036	+29.034		
89 April 6	+3 19	r. d. II	8	+29.049	−0.029	+29.020		
						+29^{s}057		

56 — 26

88 Nov. 10	+1h 12m	l. d. II	8	+58^{s}631	+0^{s}010	+58^{s}641		
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	9	+58.661	+0.006	+58.667		
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+58.609	+0.017	+58.626		½
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	10	+58.755	+0.002	+58.757		
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+58.703	−0.036	+58.667		
						[+58^{s}672]		
						+58^{s}677		

56 — 10

88 Nov. 9	−2h 13m	l. d. I	8	+80^{s}769	+0^{s}012	+80^{s}781	1)	½
88 Nov. 12	+1 50	l. d. II	6	+80.868	+0.055	+80.923		
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	8	+80.659	+0.045	+80.704		½
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	+80.828	−0.039	+80.789		½
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	9	+80.921	+0.002	+80.923		
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	7	+80.983	−0.102	+80.881		
						[+80^{s}833]		
						+80^{s}859		

1) Fäden verschwommen, schwache Sterne kaum zu sehen.

56 — 30

86 Febr. 8	+2h 4m	o. d. II	6	+53^{s}050	−0^{s}001	+53^{s}049		
86 Febr. 28	+2 54	o. d. II	8	+53.022	0.000	+53.022		
88 Nov. 5	−0 43	l. d. II	9	+53.189	0.000	+53.189		
88 Nov. 8	−2 13	l. d. II	7	+52.905	+0.006	+52.911	1)	½
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	8	+53.122	0.000	+53.122		
88 Nov. 11	−2 12	l. d. II	7	+53.040	+0.002	+53.042		
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	8	+52.961	−0.003	+52.958		½
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	+52.971	+0.008	+52.979		½
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	+53.004	+0.003	+53.007		
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	7	+53.017	+0.023	+53.040		
						[+53^{s}032]		
						+53^{s}046		

1) Durch Wolken beobachtet.

57—10

88 Nov. 9	$-2^h 13^m$	l. d. I	8	+ 94^s027	$+0^s011$	+ 94^s038	1)
88 Nov. 12	+1 50	l. d. II	7	+ 94.066	+0.040	+ 94.106	
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	9	+ 94.002	+0.033	+ 94.035	
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	+ 94.062	+0.052	+ 94.114	
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	9	+ 94.089	+0.003	+ 94.092	
88 Dec. 5	+0 6	r. d. II	6	+ 94.085	−0.068	+ 94.017	
						+ 94^s067	

1) Fäden verschwommen.

57—26

85 Dec. 28	$+3^h 13^m$	o. d. II	10	+ 71^s831	$+0^s001$	+ 71^s832	
86 Febr. 28	+2 6	o. d. II	7	+ 71.809	−0.004	+ 71.805	
88 Nov. 10	+0 15	l. d. II	9	+ 71.779	+0.005	+ 71.784	1)
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	9	+ 71.801	+0.005	+ 71.806	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+ 71.884	+0.005	+ 71.889	
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	10	+ 71.882	+0.004	+ 71.886	
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+ 71.866	+0.001	+ 71.867	
						+ 71^s838	

1) Vom 5. Durchgang an Fäden verschwommen.

57—30

85 Dec. 28	$-0^h 16^m$	o. d. II	8	+ 66^s176	-0^s001	+ 66^s175	
86 Febr. 8	+2 4	o. d. II	6	+ 66.208	−0.002	+ 66.206	
86 Febr. 25	+2 20	o. d. II	8	+ 66.038	−0.001	+ 66.037	
86 Febr. 28	+2 54	o. d. II	9	+ 66.094	0.000	+ 66.094	
88 Nov. 5	−0 43	l. d. II	9	+ 66.218	−0.004	+ 66.214	
88 Nov. 8	−2 13	l. d. II	8	+ 66.165	+0.006	+ 66.171	1)
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	8	+ 66.235	−0.006	+ 66.229	
88 Nov. 11	−2 12	l. d. II	8	+ 66.110	+0.001	+ 66.111	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+ 66.190	−0.014	+ 66.176	
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	+ 66.034	+0.014	+ 66.048	
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	+ 66.213	+0.005	+ 66.218	
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	7	+ 66.121	+0.057	+ 66.178	
						+ 66^s155	

1) Durch Wolken beobachtet.

58—10

88 Nov. 9	$-2^h 13^m$	l. d. I	8	$+100^s536$	$+0^s013$	$+100^s549$	1)
88 Nov. 12	+1 50	l. d. II	7	+100.519	+0.047	+100.566	
88 Nov. 13	−0 32	l. d. I	9	+100.554	+0.039	+100.593	
88 Dec. 3	+0 44	r. d. I	10	+100.512	−0.029	+100.483	
88 Dec. 4	+0 39	r. d. II	9	+100.630	+0.002	+100.632	
88 Dec. 5	+0 6	r. d. I	7	+100.670	−0.083	+100.587	
						-100^s568	

1) Fäden verschwommen.

58—26

85 Dec. 28	$+3^h 13^m$	o. d. II	10	+ 78^s274	$+0^s001$	+ 78^s275	
86 Febr. 9	+2 26	o. d. II	10	+ 78.449	−0.005	+ 78.444	
88 Nov. 10	+0 15	l. d. II	9	+ 78.214	+0.009	+ 78.223	1) ½
88 Nov. 11	−1 44	l. d. II	9	+ 78.287	+0.007	+ 78.294	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+ 78.422	+0.011	+ 78.433	
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	10	+ 78.437	+0.003	+ 78.440	
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+ 78.414	−0.012	+ 78.402	
						[+ 78^s359]	
						+ 78^s369	

1) Vom 5. Durchgang an Fäden verschwommen.

58 — 30

86 Febr. 8	$+2^h\ 4^m$	o. d. II	6	$+72^r717$	-0^r002	$+72^r715$	
86 Febr. 28	+2 54	o. d. II	9	+ 72.701	−0.002	+ 72.699	
88 Nov. 5	−0 43	l. d. II	10	+ 72.747	0.000	+ 72.747	
88 Nov. 8	−2 13	l. d. II	6	+ 72.817	+0.007	+ 72.824 1)	½
88 Nov. 9	−3 38	l. d. II	8	+ 72.755	0.000	+ 72.755	
88 Nov. 11	−2 12	l. d. II	8	+ 72.702	+0.003	+ 72.705	
88 Nov. 13	−1 2	l. d. I	9	+ 72.728	−0.009	+ 72.719	
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	+ 72.611	+0.012	+ 72.623	
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	+ 72.672	+0.004	+ 72.676	
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	7	+ 72.671	+0.044	+ 72.715	
						[$+72^r718$]	
						$+72^r712$	

1) Durch Wolken beobachtet.

59 — 26

85 Dec. 28	$+3^h 13^m$	o. d. II	10	$+86^r513$	-0^r005	$+86^r508$
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	9	+ 86.504	+0.004	+ 86.508
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+ 86.553	−0.067	+ 86.486
88 Dec. 7	+2 33	l. d. II	8	+ 86.537	+0.020	+ 86.557
88 Dec. 8	+3 2	l. d. II	7	+ 86.420	+0.030	+ 86.450
88 Dec. 13	+4 1	l. d. II	11	+ 86.460	+0.029	+ 86.489
						$+86^r500$

59 — 30

86 Febr. 28	$+2^h 54^m$	o. d. II	9	$+80^r762$	-0^r004	$+80^r758$
88 Nov. 10	−0 14	l. d. II	8	+ 80.752	+0.009	+ 80.761
88 Nov. 11	−0 40	l. d. II	8	+ 80.727	+0.007	+ 80.734
88 Nov. 12	−1 33	l. d. II	8	+ 80.741	+0.013	+ 80.754
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	+ 80.740	+0.002	+ 80.742
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	+ 80.823	+0.005	+ 80.828
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	7	+ 80.886	−0.011	+ 80.875
						$+80^r779$

59 — 14

88 Nov. 5	$-2^h 50^m$	l. d. II	8	$+101^r385$	-0^r003	$+101^r382$
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	9	+101.440	+0.009	+101.449
88 Nov. 11	−0 11	l. d. II	9	+101.471	+0.004	+101.475
88 Dec. 4	+0 8	r. d. II	9	+101.473	+0.007	+101.480
88 Dec. 5	+0 18	r. d. II	8	+101.371	+0.058	+101.429
						$+101^r443$

60 — 14

88 Nov. 5	$-2^h 50^m$	l. d. II	8	$+108^r384$	0^r000	$+108^r384$	
88 Nov. 8	−3 8	l. d. II	9	+108.532	+0.010	+108.542	
88 Nov. 11	−0 11	l. d. II	9	+108.512	+0.005	+108.517	
88 Dec. 3	+1 21	r. d. I	7	+108.556	+0.021	+108.577	½
88 Dec. 4	+0 8	r. d. II	9	+108.590	+0.006	+108.596	
88 Dec. 5	+0 18	r. d. II	7	+108.487	+0.045	+108.532	
						[$+108^r524$]	
						$+108^r520$	

60—26

86 Febr. 28	+2h 6m	o. d. II	7	+93.588	−0.008	+93.580
88 Dec. 4	−0 53	r. d. II	9	+93.584	+0.003	+93.587
88 Dec. 5	−0 31	r. d. II	9	+93.657	−0.081	+93.576
88 Dec. 7	+2 33	l. d. II	8	+93.705	+0.022	+93.727
88 Dec. 8	+3 2	l. d. II	7	+93.761	+0.034	+93.795
88 Dec. 13	+4 1	l. d. II	11	+93.593	+0.034	+93.627
						+93.649

60—30

88 Nov. 10	−0h 14m	l. d. II	8	+87.832	+0.012	+87.844
88 Nov. 11	−0 40	l. d. II	8	+87.827	+0.009	+87.836
88 Nov. 12	−1 33	l. d. II	9	+87.884	+0.019	+87.903
88 Dec. 1	−1 19	r. d. I	10	+87.933	0.000	+87.933 ½
88 Dec. 4	−1 23	r. d. II	9	+87.936	+0.004	+87.940
88 Dec. 5	−1 3	r. d. II	7	+87.914	−0.024	+87.890
						[+87.891]
						+87.887

61—4

88 Dec. 3	+3h 13m	r. d. II	8	+16.520	+0.025	+16.545
88 Dec. 4	+2 33	r. d. II	8	+16.497	+0.002	+16.499
88 Dec. 5	+0 51	r. d. II	9	+16.396	+0.062	+16.458
						+16.501

61—10

88 Dec. 9	−1h 5m	l. h. I	8	− 4.295	−0.017	− 4.312
88 Dec. 3	+3 13	r. d. II	8	− 4.297	+0.036	− 4.261
88 Dec. 4	+2 2	r. d. II	8	− 4.300	+0.001	− 4.299
88 Dec. 5	+1 8	r. d. II	7	− 4.327	+0.089	− 4.238
						− 4.277

Tabelle 9 enthält die Declinations-Differenzen und giebt

in Columne 1 das Datum } der Beobachtung,
» » 2 den Stundenwinkel }
» » 3 a) b) c) dasselbe wie Columne 3 a) b) c) der Tabelle 8,
» » 4 die Anzahl der Einstellungen jeden Sternes,
» » 5 die Angabe der benutzten Fäden,
» » 6 das mit der Schraube durchmessene Intervall in Schrauben-Revolutionen,
» » 7 den gemessenen Declinations-Unterschied der beiden Sterne, ausgedrückt in Netzsecunden bei den neuen, in Bogensecunden bei den alten Beobachtungen,

in Columne 8 die Summe der Correctionen (Correctionen wegen Reduction auf scheinbaren Ort und mittl. Aequ. 1885.0 und wegen Refraction),

» » 9 den corrigirten Declinations-Unterschied,

» » 10 dasselbe wie Columne 8 der Tabelle 8.

Die Columnen 5 und 6 von Tabelle 9 kommen nur für die Messungen von 1888/1889 in Betracht; bei den älteren ist das Resultat gleich in Bogensecunden, nicht erst in Schraubenrevolutionen gegeben.

Unter den Nummern des Sternpaares, auf welches sich die Messungen beziehen, sind in Tabelle 9 noch 3 Grössen aufgeführt, *m*, *o* — *u* und *dσ*; *m* ist die Grössenclasse, welcher der Stern angehört; *o* — *u* der in Rechnung gebrachte Unterschied der Beobachtungen bei »Schraube oben« und bei »Schraube unten«; *dσ* die Correction zur Verwandlung der Netzsecunden in Bogensecunden.

Tabelle 9.

4 — 5

$m = 9.7$ $o - u = 0.22$ $d\sigma = 0.17$

89 März 4	+2^{h}40^m	o. d. II	6	6	9	+0^{r}750	−436^{s}59	−0^{s}02	−436″56	2 F.
89 März 6	−0 45	o. d. II	6	6	9	+0.667	−435.48	+0.04	−435.39	2 F.
89 März 7	+0 9	u. d. II	4	9	6	+0.535	−433.71	−0.46	−434.56	2 F.
89 März 9	−0 27	o. d. II	4	6	9	+0.700	−435.92	+0.04	−435.83	2 F.
89 März 16	+0 11	u. d. II	4	9	6	+0.599	−434.56	−0.45	−435.40	2 F.
89 März 26	+2 53	u. d. II	4	9	6	+0.544	−433.83	−0.53	−434.75	2 F.
89 März 28	+1 3	u. d. II	4	9	6	+0.603	−434.62	−0.46	−435.47	2 F.
									−435″42 ± 0″25	

4 — 10

$m = 9.7$ $o - u = 0.22$ $d\sigma = 0.06$

87 Jan. 19	−3^{h}13^m	o. h. II	5				+145″49	+0″01	+145″50
88 Dec. 7	+0^{h}24^m	u. d. II	4	2	7	+1^{r}048	+144^{s}88	−0^{s}03	+144″69
88 Dec. 8	−1 12	u. h. II	4	2	7	+1.168	+146.49	−0.02	+146.31
88 Dec. 10	−1 16	u. h. II	4	2	7	+0.995	+144.17	−0.02	+143.99
88 Dec. 13	−2 7	u. h. II	4	1	7	−0.978	+144.95	−0.02	+144.77
89 März 4	+2 45	o. d. II	4	1	6	+0.867	+144.17	−0.04	+144.41
89 März 6	−0 35	o. d. II	5	7	1	−0.995	+144.72	−0.08	+144.92
89 März 7	+0 16	u. d. II	6	1	7	−0.824	+147.01	−0.08	+146.77
89 März 9	+0 21	o. d. II	5	7	1	−0.983	+144.88	−0.08	+145.08
89 März 10	+1 39	u. d. II	4	1	6	+0.996	+145.89	−0.06	+145.67
									+145″21 ± 0″27



5—10

$m = 8.4$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.21$

86 April 18	+3ʰ15ᵐ	u. d. II	4			+580″59	+0″79	+581″38	
86 Oct. 1	−3 14	u. d. II	4			+580.73	+0.50	+581.23	
87 Jan. 19	−3 28	o. h. II	4			+581.09	+0.25	+581.34	
								+581″32 ± 0″05	

10—26

$m = 9.4$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.14$

88 Dec. 7	+0ʰ 9ᵐ	u. d. II	4	1 8	+0ʳ306	−375ʳ68	−0ʳ10	−375″92	
88 Dec. 8	−1 1	u. h. II	5	1 8	+0.319	−375.85	−0.11	−376.10	
88 Dec. 10	−1 27	u. h. II	5	1 8	+0.336	−376.05	−0.11	−376.30	
88 Dec. 13	−1 57	u. h. II	5	1 8	+0.348	−376.24	−0.10	−376.48	
89 März 4	+2 51	o. d. II	5	8 1	+0.346	−376.20	−0.08	−376.42	
89 März 6	−0 26	o. d. II	6	8 1	+0.366	−376.48	−0.02	−376.64	
89 März 7	+0 23	u. d. II	5	1 8	+0.299	−375.59	−0.02	−375.75	
89 März 9	−0 13	o. d. II	4	8 1	+0.396	−376.86	−0.02	−377.02	
89 März 16	+0 20	u. d. II	4	1 8	+0.367	−376.50	−0.01	−376.65	
89 März 28	+1 32	u. d. II	5	1 8	+0.299	−375.59	−0.02	−375.75	
								−376″30 ± 0″13	

26—30

$m = 9.4$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 12$

85 Nov. 20	+0ʰ31ᵐ	o. h. II	5			+302″32	+0″15	+302″47	
86 April 1	+3 26	o. h. II	6			+301.60	+0.23	+301.83	
88 Dec. 7	−0ʰ 4ᵐ	u. d. II	5	4 8	+0ʳ736	+302ʳ93	+0ʳ16	+303″21	
88 Dec. 8	−0 49	u. h. II	5	4 8	+0.688	+302.39	+0.17	+302.68	
88 Dec. 10	−1 38	u. h. II	4	4 8	+0.717	+302.62	+0.18	+302.92	
88 Dec. 13	−1 45	u. h. II	4	4 8	+0.623	+301.42	+0.18	+301.72	
89 Jan. 13	+4 3	u. h. II	5	4 8	+0.659	+301.90	+0.30	+302.32	
89 März 4	+2 57	o. d. II	5	8 4	+0.769	+303.37	−0.19	+303.30	2 F.
89 März 6	−0 16	o. d. II	6	8 4	+0.744	+303.04	−0.07	+303.09	2 F.
89 März 7	+0 31	u. d. II	6	4 8	+0.750	+303.12	+0.29	+303.53	2 F.
89 März 9	−0 6	o. d. II	6	8 4	+0.754	+303.17	−0.07	+303.22	2 F.
89 März 16	+0 24	u. d. II	4	4 8	+0.681	+302.19	+0.29	+302.60	2 F.
89 März 28	+1 19	u. d. II	8	4 8	+0.708	+302.56	+0.30	+302.98	2 F.
								+302″76 ± 0″15	

44—32

$m = 9.6$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.20$

86 März 25	+1ʰ43ᵐ	o. h. II	6			+512″51	+0″09	+512″60
86 April 1	+4 27	o. h. II	5			+513.04	+0.71	+513.75
86 Sept. 30	−1 47	u. d. II	5			+514.25	+0.36	+514.61
87 Jan. 7	−1 39	o. h. II	4			+513.59	+0.49	+514.08
87 Jan. 18	−2 6	o. d. II	4			+513.26	+0.40	+513.66
87 Jan. 19	−1 39	o. h. II	4			+512.85	+0.49	+513.34
87 Jan. 27	−0 6	o. ? II	8			+513.76	+0.45	+514.21
87 März 1	+2 40	o. d. II	8			+512.51	+0.46	+512.97

88 Dec. 7	$-1^h 52^m$	u. d. II	4	9	3	+0.519	+514.04	+0.35	+514.59	
88 Dec. 8	+0 1	u. h. II	4	9	3	+0.405	+512.52	+0.32	+513.04	
88 Dec. 10	−2 19	u. h. II	4	9	3	+0.437	+512.95	+0.37	+513.52	
88 Dec. 13	−0 37	u. h. II	4	9	3	+0.514	+513.98	+0.32	+514.50	
88 Dec. 13	−0 46	u. h. II	3	9	3	+0.500	+513.79	+0.32	+514.31	
88 Dec. 14	+3 14	u. d. II	5	9	2	−1.404	+513.17	+0.16	+513.83	
88 Dec. 14	+3 27	u. d. II	5	9	2	−1.348	+513.93	+0.48	+514.61	
88 Dec. 21	−2 23	u. d. II	4	9	3	+0.454	+513.17	+0.37	+513.74	
89 Jan. 13	+3 52	u. h. II	5	9	3	+0.486	+513.70	+0.55	+514.45	
89 März 5	+1 0	o. d. II	4	3	9	+0.398	+512.42	+0.29	+512.91	1)
89 März 6	+0 32	o. d. II	4	3	9	+0.441	+513.00	+0.29	+513.49	
89 März 9	+0 32	o. d. II	5	2	9	−1.505	+511.81	+0.29	+512.30	
89 März 28	+2 1	u. d. II	5	9	3	+0.496	+513.73	+0.31	+514.24	
									+513.75 ± 0.17	

1) Durch Wolken.

44 — 40

$m = 9.6 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.12$

86 März 25	$+2^h 30^m$	o.hd.II	5				−310.81	−0.24	−311.05	
86 März 29	+3 55	u. ? II	5				−308.08	−0.32	−308.40	
86 April 1	+4 6	o. h. II	5				−308.65	−0.34	−308.99	
88 Dec. 7	$-1^h 38^m$	u. d. II	5	3	8	−0.787	−309.04	−0.16	−309.32	
88 Dec. 8	−0 11	u. h. II	5	3	8	−0.788	−309.02	−0.13	−309.27	
88 Dec. 10	−2 6	u. h. II	4	3	8	−0.706	−310.12	−0.15	−310.39	
88 Dec. 13	−0 58	u. h. II	4	4	8	+1.250	−309.81	−0.13	−310.06	
89 Jan. 13	+3 43	u. h. II	5	3	8	−0.842	−308.31	−0.24	−308.67	
89 März 6	+0 28	o. d. II	4	8	3	−0.721	−309.92	−0.23	−310.27	2 F.
89 März 7	+1 38	u. d. II	6	3	8	−0.746	−309.59	−0.05	−309.76	2 F.
89 März 7	+1 14	u. d. II	11	4	8	+1.169	−308.72	−0.27	−309.11	2 F.
89 März 9	+0 23	o. d. II	6	8	3	−0.669	−310.62	−0.22	−310.96	2 F.
89 März 16	+1 35	u. d. II	4	4	8	+1.239	−309.62	−0.27	−310.01	2 F.
89 März 26	+3 2	u. d. II	5	4	8	+1.141	−308.35	−0.32	−308.79	2 F.
89 März 28	+1 10	u. d. II	4	4	8	+1.250	−309.81	−0.26	−310.19	2 F.
									−309.68 ± 0.23	

48 — 30

$m = 9.2 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.20$

88 Dec. 10	$-1^h 48^m$	u. h. II	4	2	9	+0.006	−532.03	−0.21	−532.44	
88 Dec. 13	−1 34	u. h. II	4	2	9	−0.027	−531.59	−0.20	−531.99	
88 Dec. 28	+0 51	u. d. II	5	2	9	−0.050	−531.28	−0.17	−531.65	1)
89 Jan. 13	+3 24	u. h. II	4	2	9	−0.036	−531.47	−0.28	−531.95	
89 März 4	+3 17	o. d. II	3	9	2	−0.024	−531.63	−0.22	−532.05	
89 März 6	+0 17	o. d. II	5	9	2	−0.008	−531.84	−0.09	−532.13	
89 März 7	+0 43	u. d. II	5	2	9	−0.117	−530.38	−0.11	−530.69	
89 März 9	+0 6	o. d. II	5	9	2	−0.013	−531.78	−0.10	−532.08	
89 März 16	+0 29	u. d. II	4	2	9	−0.109	−530.49	−0.11	−530.80	
89 März 28	+1 45	u. d. II	4	2	9	−0.017	−531.72	−0.11	−532.03	
									−531.78 ± 0.18	

1) Durch Wolken.

48 — 40

$m = 9.2$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.14$

86 Oct. 18	−2ʰ34ᵐ	u. h. II	4				+376″32	+0″37	+376″69
86 Nov. 9	−2 56	u. d. II	4				+375.18	+0.18	+375.36
87 Jan. 8	−2 53	o. h. II	4				+375.60	+0.64	+376.24
88 Dec. 10	−1ʰ57ᵐ	u. h. II	4	8	1	+0ʳ264	+375ʳ13	+0ʳ29	+375″56
88 Dec. 13	−1 23	u. h. II	4	8	1	+0.320	+375.87	+0.26	+376.27
88 Dec. 28	+0 39	u. d. II	5	8	1	+0.315	+375.80	+0.25	+376.19
89 Jan. 13	+3 24	u. h. II	4	8	1	+0.303	+375.64	+0.35	+376.13
89 März 6	+0 24	o. d. II	5	1	8	+0.288	+375.55	+0.23	+375.92
89 März 7	+0 59	u. d. II	8	8	1	+0.286	+375.16	+0.22	+375.52
89 März 9	+0 13	o. d. II	5	1	8	+0.326	+375.95	+0.22	+376.31
89 März 16	+0 35	u. d. II	4	8	1	+0.257	+375.03	+0.22	+375.39
89 März 28	+1 53	u. d. II	4	8	1	+0.268	+375.18	+0.25	+375.57
									+375″93 ± 0″13

1 — 40

$m = 8.6$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.11$

86 Sept. 30	−2ʰ37ᵐ	u. h. II	4				+299″55	+0″17	+299″72
86 Nov. 3	−2 2	u. d. II	4				+300.37	+0.15	+300.52
87 Jan. 8	−1 49	o. h. II	4				+301.46	−0.06	+301.40
88 Dec. 13	+0ʰ29ᵐ	u. h. II	2	3	8	−1ʳ274	+302ʳ52	−0ʳ15	+302″48
88 Dec. 25	−2 15	u. d. II	4	4	8	+0.512	+299.93	−0.14	+299.90
88 Dec. 28	+1 49	u. d. II	6	4	8	+0.642	+301.67	−0.15	+301.63
89 Febr. 13	−0 22	o. h. II	4	8	4	+0.565	+300.64	−0.28	+300.47
89 März 6	+3 40	o. d. II	4	8	4	+0.616	+301.32	−0.16	+301.27
									+300″92
									+5′ 0″92

1 — 48

$m = 8.6$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.03$

88 Dec. 13	+0ʰ42ᵐ	u. h. II	4	5	2	−0ʳ453	− 74ʳ29	−0ʳ40	− 74″72
88 Dec. 25	−2 27	u. d. II	4	7	4	−0.332	− 75.08	−0.43	− 75.54
88 Dec. 28	+1 28	u. d. II	4	7	4	−0.383	− 74.40	−0.42	− 74.85
89 Febr. 13	−0 43	o. d. II	4	1	4	−0.361	− 73.68	−0.52	− 74.23
89 März 6	+3 30	o. d. II	5	1	4	−0.331	− 74.09	−0.53	− 74.65
									− 74″80
									−1′ 14″80

2 — 40

$m = 10.5$ $o - u = 0.55$ $d\sigma = 0.10$

86 Nov. 3	−1ʰ24ᵐ	u. d. II	4				+251″59	+0″05	+251″64
87 Jan. 8	−1 39	o. d. II	4				+253.95	0.00	+253.95
88 Dec. 29	−0ʰ 4ᵐ	u. d. III	4	5	8	−0ʳ673	+255ʳ07	−0ʳ14	+254″48
89 Jan. 13	+1 53	u. d. II	6	5	8	−0.792	+253.48	−0.20	+252.83
89 Jan. 27	−1 55	u. d. II	6	5	8	−0.857	+252.62	−0.21	+251.96
89 März 5	+0 45	o. d. II	4	8	6	+0.930	+251.46	−0.22	+251.89
89 März 6	+3 51	o. d. II	4	8	6	+0.968	+251.97	−0.11	+252.51
									+252″75
									+4′ 12″75

2—48

$m = 10.5$ $o - u = 0.55$ $d\sigma = 0.05$

88 Dec. 29	−0ʰ 13ᵐ	u. d. III	4	7 3	+1ʳ100	−120ᵖ73	−0ᵖ45	−121″78	
89 Jan. 13	+1 36	u. d. II	5	7 2	−0.751	−120.81	−0.46	−121.87	
89 Jan. 27	−2 35	u. d. II	4	7 2	−0.629	−122.44	−0.48	−123.52	
89 März 6	+2 35	o. d. II	4	1 6	−0.776	−122.18	−0.47	−122.15	
								−122″33	
								−2′ 2″33	

3—30

$m = 12.6$ $o - u = 1.43$ $d\sigma = 0.18$

88 Dec. 25	−2ʰ 51ᵐ	u. d. II	5	9 4	−0ʳ975	−467ᵖ57	−0ᵖ55	−469″73	
88 Dec. 27	−0 24	u. d. II	5	9 4	−1.040	−466.69	−0.46	−468.76	
88 Dec. 29	+0 7	u. d. III	4	9 4	−0.891	−468.69	−0.46	−470.76	
89 Febr. 3	−1 16	o. d. II	6	4 9	−0.730	−470.84	−0.50	−470.09	
89 März 7	+4 29	o. d. II	2	5 9	+1.519	−471.86	−0.86	−471.47	
								−470″16	
								−7′ 50″16	

3—48

$m = 12.6$ $o - u = 1.43$ $d\sigma = 0.02$

88 Dec. 27	+2ʰ 16ᵐ	u. d. II	4	4 6	+0ʳ869	+ 65ᵖ68	−0ᵖ30	+ 63″97	
88 Dec. 29	−0 28	u. d. III	4	5 7	+1.010	+ 64.03	−0.30	+ 62.32	
88 Dec. 30	+0 59	u. d. III	4	1 3	+0.976	+ 65.05	−0.30	+ 63.34 [1]	
89 Jan. 4	−2 5	o. d. II	6	7 4	−1.485	+ 59.65	−0.35	+ 60.75 [2]	0
89 Febr. 3	−0 57	o. d. II	4	4 2	+0.754	+ 61.43	−0.39	+ 62.49	
								[+ 62″57]	
								+ 63″03	
								+1′ 3″03	

1) * 3 nur zu errathen.

2) Statt Faden 5 angenommen Faden 4. — Bei der Mittelbildung ausgelassen.

4 Hauptstern.

5 Hauptstern.

6—10

$m = 11.4$ $o - u = 0.93$ $d\sigma = 0.15$

86 Nov. 9	−0ʰ 7ᵐ	u. d. II	4			−388″04	−0″42	−388″46	
87 Jan. 27	+1 21	o. d. II	4			−387.23	−0.27	−387.50	
87 März 1	+0 58	o. d. II	4			−386.20	−0.23	−386.43	
89 Jan. 3	+0ʰ 10ᵐ	u. d. II	4	9 7	−1ʳ113	−386ᵖ20	−0ᵖ22	−387″50	
89 März 9	+0 57	o. d. II	6	7 9	−0.903	−389.01	+0.18	−388.05	2 F.
								−387″59	
								−6′ 27″59	

6—26

$m = 11.4$ $o - u = 0.93$ $d\sigma = 0.00$

88 Dec. 29	+1ʰ 10ᵐ	u. d. III	4	7 7	−0ʳ756	− 10ᵖ11	−0ᵖ15	− 11″19 [1]
88 Dec. 29	+1 25	u. d. III	5	7 7	−0.689	− 9.22	−0.15	− 10.30
89 Jan. 2	+2 39	u. d. II	5	7 7	−0.666	− 8.91	−0.18	− 10.02
89 Jan. 3	+0 19	u. d. II	4	7 7	−0.717	− 9.60	−0.17	− 10.70
89 März 9	+1 10	o. d. II	4	8 8	−0.831	− 11.11	−0.19	− 10.37
								− 10″52
								− 10″52

1) Durch Nebel; * 6 kaum zu sehen.



6 — 30

$m = 11.4 \quad o - u = 0.93 \quad d\sigma = 0.11$

88 Dec. 29	$+1^h32^m$	u. d. II	4	4 8	$-0^r.085$	$+291^p.94$	$+0^p.02$	$+291''.14$	
89 Jan. 6	-1 26	u. d. II	5	4 8	-0.078	$+292.04$	-0.01	$+291.21$	1)
89 März 4	$+1$ 21	o. d. II	6	8 4	-0.312	$+288.91$	-0.05	$+289.90$	2)
89 März 6	$+3$ 20	o. d. II	5	8 4	-0.165	$+290.87$	$+0.02$	$+291.93$	

[$+291''.04$]

$+291''.21$

$+4'\,51''.21$

1) Ocular beschlagen.
2) * 6 kaum sichtbar.

7 — 30

$m = 11.0 \quad o - u = 0.76 \quad d\sigma = 0.20$

89 Jan. 4	$+1^h27^m$	o. d. II	4	2 9	$+0^r.147$	$-533^p.92$	$+0^p.13$	$-533''.23$	
89 Jan. 27	-1 39	u. d. II	7	9 2	$+0.008$	-532.06	$+0.15$	-532.87	1)

$-533''.05$

$-8'\,53''.05$

1) Faden 9 verschwommen.

7 — 40

$m = 11.0 \quad o - u = 0.76 \quad d\sigma = 0.14$

86 Nov. 3	-0^h53^m	u. d. II	4			$+373''.20$	$+0''.39$	$+373''.59$
89 Jan. 4	$+1^h\ 9^m$	o. d. II	4	8 1	$+0^r.159$	$+373^p.72$	$-0^p.05$	$+374''.57$
89 Jan. 6	-2 30	u. d. II	4	1 8	$+0.113$	$+373.10$	0.00	$+372.48$
89 März 4	$+1$ 30	o. d. II	4	8 1	$+0.023$	$+371.90$	-0.07	$+372.73$
89 März 6	$+1$ 59	o. d. II	5	8 1	$+0.147$	$+373.56$	-0.06	$+374.40$
89 März 6	$+1$ 41	o. d. II	5	8 1	$+0.110$	$+373.06$	-0.06	$+373.90$
89 März 7	$+2$ 20	u. d. II	5	1 8	$+0.289$	$+375.46$	$+0.05$	$+374.89$

$+373''.79$

$+6'\,13''.79$

7 — 48

$m = 11.0 \quad o - u = 0.76 \quad d\sigma = 0.00$

89 Jan. 3	$+1^h39^m$	u. d. II	3	8 8	$-0^r.130$	$-1^p.74$	$-0^p.30$	$-2''.80$	1)
89 Jan. 6	-2 42	u. d. II	4	8 8	-0.194	-2.60	-0.29	-3.65	
89 Jan. 27	-2 29	u. d. II	4	8 8	-0.195	-2.61	-0.30	-3.67	
89 Febr. 28	$+2$ 7	o. d. II	4	8 8	-0.232	-3.11	-0.31	-2.66	
89 März 6	$+4$ 2	o. d. II	4	8 8	-0.169	-2.26	-0.31	-1.81	

$-2''.92$

1) Helle Fäden ganz verschwommen.

8 — 10

$m = 8.7 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.08$

85 Nov. 20	$+1^h48^m$	o. h. II	5			$-220''.61$	$-0''.14$	$-220''.75$
85 Dec. 20	$+1$ 25	u. ? II	5			-222.01	-0.09	-222.10
86 April 3	$+2$ 17	o. ? II	5			-220.39	-0.13	-220.52
86 Oct. 29	-0 31	u. d. II	4			-219.34	-0.76	-220.10
87 Jan. 19	-3 4	o. h. II	4			-219.98	-0.19	-220.17
88 Dec. 13	$+3^h\ 7^m$	u. h. II	4	8 7	$+0^r.463$	$-219^p.75$	$-0^p.18$	$-220''.01$
89 Jan. 12	$+1$ 37	u. h. II	5	8 7	$+0.474$	-219.90	-0.15	-220.13
89 Jan. 15	$+2$ 8	u. h. II	5	8 7	$+0.568$	-221.16	-0.16	-221.40
89 Febr. 13	$+2$ 6	o. d. II	5	7 8	$+0.507$	-220.34	-0.14	-220.56

$-220''.64$

$-3'\,40''.64$

8 — 26

$m = 8.7$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.06$

86 April 3	+1ʰ51ᵐ	o. ? II	5				+155″79	+0″05	+155″84
88 Dec. 13	+2ʰ53ᵐ	u. d. II	4	1	7	+0ʳ214	+155ʳ16	−0ʳ02	+155″20
89 Jan. 12	+1 47	u. d. II	5	1	7	+0.149	+156.04	−0.09	+156.01
89 Jan. 15	+1 18	u. h. II	4	1	7	+0.155	+155.96	−0.09	+155.93
89 Febr. 13	+1 58	o. d. II	4	7	1	+0.153	+155.99	−0.09	+155.96
									+155″79
									+2′ 35″79

9 — 30

$m = 10.1$ $o - u = 0.38$ $d\sigma = 0.03$

86 April 2	+3ʰ17ᵐ	o. d. II	5				− 70″71	−0″12	− 70″83
87 Jan. 19	−0 17	o. h. II	4				− 71.12	−0.17	− 71.29
89 Jan. 2	+1ʰ25ᵐ	u. d. II	4	7	4	−0ʳ620	− 71ʳ20	−0ʳ20	− 71″81
89 Jan. 5	−1 28	u. d. II	4	7	4	−0.566	− 71.95	−0.21	− 72.57
89 Jan. 14	−3 39	u. d. II	4	7	4	−0.664	− 70.63	−0.22	− 71.26
89 Jan. 27	+1 12	o. d. II	4	4	7	−0.679	− 70.43	−0.20	− 70.28
									− 71″34
									−1′ 11″34

9 — 48

$m = 10.1$ $o - u = 0.38$ $d\sigma = 0.18$

89 Jan. 2	+1ʰ51ᵐ	u. d. II	5	5	9	+0ʳ748	+461ʳ62	−0ʳ05	+461″37
89 Jan. 5	+1 58	u. d. II	5	5	9	+0.676	+460.66	−0.04	+460.42
89 Jan. 6	+1 9	u. d. II	6	5	9	+0.704	+461.03	−0.06	+460.77
89 Jan. 27	+2 17	o. d. II	5	9	4	−1.529	+460.15	−0.04	+460.67
									+460″81
									+7′ 40″81

10 Hauptstern.

11 — 10

$m = 11.0$ $o - u = 0.76$ $d\sigma = 0.13$

86 April 18	+3ʰ38ᵐ	u. d. II	4				−344″82	−0″25	−345″07	[1])
88 Dec. 25	−1ʰ33ᵐ	u. d. II	4	8	2	−0ʳ124	−342ʳ69	−0ʳ19	−343″77	
89 Jan. 2	+2 57	u. d. II	4	8	2	+0.040	−344.96	−0.24	−346.09	
89 Jan. 3	+0 1	u. d. II	5	8	2	−0.067	−343.52	−0.17	−344.58	
89 März 4	+1 47	o. d. II	4	2	8	+0.120	−345.22	−0.16	−344.75	2 F.
									−344″85	
									−5′ 44″85	

1) * 11 sehr schwach.

11 — 26

$m = 11.0$ $o - u = 0.76$ $d\sigma = 0.01$

87 Jan. 27	+1ʰ42ᵐ	o. d. II	4				+ 31″58	−0″04	+ 31″54
88 Dec. 25	−1ʰ41ᵐ	u. d. II	4	6	7	+0ʳ493	+ 32ʳ05	+0ʳ09	+ 31″39
88 Dec. 29	+3 2	u. d. II	4	6	7	+0.418	+ 31.05	+0.11	+ 30.41
89 Jan. 2	+2 57	u. d. II	5	6	7	+0.419	+ 31.06	+0.07	+ 30.38
89 Jan. 3	+0 29	u. d. II	4	6	7	+0.472	+ 31.77	+0.01	+ 31.03
89 März 4	+1 53	o. d. II	3	2	1	+0.192	+ 29.83	+0.03	+ 30.63
									+ 30″90

12 — 26

$m = 11.8 \quad o - u = 1.10 \quad d\sigma = 0.10$

87 Jan. 19	$+1^h14^m$	o. d. II	4			−253″84	−0″28	−254″12
87 Jan. 27	+3 4	o. h. II	4			−253.32	−0.35	−253.67
87 März 1	+0 27	o. d. II	4			−253.22	−0.24	−253.46
89 Jan. 2	-2^h24^m	u. d. II	4	8 5	-0^r857	−252″62	−0″25	−254″07
89 Jan. 3	+2 0	u. d. II	4	8 5	−0.710	−254.58	−0.24	−256.02
89 Jan. 5	+0 57	u. d. II	4	8 5	−0.853	−252.68	−0.22	−254.10
89 März 4	+2 1	o. d. II	5	6 8	−1.232	−255.51	−0.22	−254.73
								−254″31
								−4′ 14″31

12 — 30

$m = 11.8 \quad o - u = 1.10 \quad d\sigma = 0.02$

89 Jan. 2	-2^h15^m	u. d. II	4	1 3	-0^r184	+ 49″56	−0″07	+ 48″41
89 Jan. 3	+0 45	u. d. II	4	5 7	−0.112	+ 49.02	−0.08	+ 47.86
89 Jan. 5	+0 46	u. d. II	4	5 7	−0.110	+ 49.05	−0.08	+ 47.89
89 Jan. 6	−1 51	u. d. II	4	1 3	−0.280	+ 48.27	−0.07	+ 47.12
								+ 47″82

13 — 30

$m = 9.8 \quad o - u = 0.26 \quad d\sigma = 0.09$

87 Jan. 8	-0^h51^m	o. h. II	4			−228″86	−0″25	−229″11
88 Dec. 13	$+1^h34^m$	u. d. II	5	8 6	-0^r836	−227″84	−0″20	−228″39
89 Jan. 13	+0 20	u. d. II	4	8 6	−0.735	−229.18	−0.21	−229.74
89 Jan. 27	+3 53	o. d. II	2	7 8	+1.113	−228.45	−0.28	−228.56
89 Febr. 7	+1 58	o. d. II	4	6 8	−0.729	−229.26	−0.21	−229.30
								−229″02
								−3′ 49″02

13 — 48

$m = 9.8 \quad o - u = 0.26 \quad d\sigma = 0.12$

88 Dec. 13	$+1^h45^m$	u. d. II	4	4 8	$+0^r707$	+302″54	−0″01	+302″39
89 Jan. 13	+0 36	u. d. II	4	4 8	+0.700	+302.45	−0.09	+302.22
89 Jan. 14	−2 36	u. d. II	4	4 8	+0.662	+301.94	−0.05	+301.75
89 Jan. 27	+3 44	o. d. II	4	8 3	−1.394	+300.92	+0.02	+301.32 [1])
89 Febr. 7	+2 15	o. d. II	5	8 4	+0.672	+302.07	−0.08	+302.37
								+302″01
								+5′ 2″01

1) * 13 schwach.

14 — 30

$m = 9.6 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.14$

86 April 1	$+3^h40^m$	o. h. II	5			−362″02	−0″25	−362″27
88 Dec. 7	$-1^h\ 9^m$	u. d. II	4	8 1	-0^r693	−362″32	−0″28	−362″74
88 Dec. 8	−0 37	u. h. II	4	8 1	−0.681	−362.48	−0.27	−362.89
89 Jan. 14	−3 29	u. d. II	4	8 1	−0.619	−362.24	−0.37	−362.75
89 Febr. 7	+1 54	o. d. II	5	1 8	−0.710	−362.09	−0.27	−362.50
								−362″63
								−6′ 2″63

14—40

$m = 9.6 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.21$

86 März 25	+2h46m	o. d. II	5				+543″80	+0″15	+543″95
86 April 1	+3 55	o. h. II	5				+543.74	+0.29	+544.03
88 Dec. 7	−1h23m	u. d. II	4	1	9	−1r166	+543″54	+0″18	+543″93
88 Dec. 8	−0 27	u. h. II	5	1	9	−1.024	+545.24	+0.16	+545.61
89 Jan. 13	+3 13	u. h. II	4	2	9	+0.899	+543.97	+0.23	+544.41
89 Jan. 14	−1 58	u. d. II	4	2	9	+0.934	+544.44	+0.13	+544.78
89 März 4	+2 10	o. d. II	5	9	1	−1.129	+544.01	+0.11	+544.33
									+544″43
									+9′ 4″43

14—48

$m = 9.6 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.06$

86 Oct. 18	−1h19m	u. d. II	4				+169″25	−0″02	+169″23
86 Nov. 9	−2 1	u. d. II	4				+169.60	−0.02	+169.58
87 Jan. 8	−3 3	o. h. II	4				+169.10	−0.14	+168.96
89 Febr. 7	+2h 7m	o. d. II	5	7	1	+0r858	+169″51	−0″15	+169″42
									+169″30
									+2′ 49″30

15—10

$m = 10.2 \quad o - u = 0.43 \quad d\sigma = 0.01$

86 April 2	+2h19m	o. d. II	5				− 13″78	+0″06	− 13″72	
86 Nov. 9	+0 25	u. h. II	4				− 12.57	+0.05	− 12.52	
88 Dec. 14	−0h 7m	u. d. II	4	8	8	+0r881	− 11″78	+0″02	− 12″20	
89 Jan. 12	+1 29	u. d. II	4	8	8	+0.980	− 13.11	+0.02	− 13.53	
89 Jan. 27	−2 55	u. d. II	5	8	8	+0.885	− 11.84	+0.03	− 12.25	
89 März 4	+2 55	o. h. II	5	8	8	+1.075	− 14.38	+0.03	− 13.93	2 F.
89 März 6	+0 56	o. d. II	6	7	7	+1.067	− 14.28	+0.03	− 13.83	
									− 13″15	

15—26

$m = 10.2 \quad o - u = 0.43 \quad d\sigma = 0.14$

86 April 2	+2h32m	o. d. II	5				+363″23	+0″18	+363″41
86 Nov. 9	+0 31	u. h. II	4				+363.84	+0.46	+364.30
89 Jan. 3	+2h27m	u. h. II	6	1	8	−0r602	+363″53	+0″12	+363″36
89 Jan. 5	−2 55	u. d. II	4	1	8	−0.528	+364.53	+0.15	+364.39
89 Jan. 27	−2 47	u. d. II	5	1	8	−0.622	+363.27	+0.12	+363.10
89 März 6	+1 2	o. d. II	7	8	1	−0.606	+363.50	+0.06	+364.13
									+363″78
									+6′ 3″78

16—40

$m = 10.6 \quad o - u = 0.59 \quad d\sigma = 0.02$

85 Dec. 7	+0h59m	o. d. II	5				+ 58″78	−0″29	+ 58″49
88 Dec. 28	+0h11m	u. d. II	6	4 6	+0r469	+ 60r33	−0r08	+ 59″68 [1]
89 Jan. 6	−2 14	u. d. II	4	5 7	+0.688	+ 59.83	−0.10	+ 59.16
89 Jan. 14	−1 50	u. d. II	5	5 7	+0.697	+ 59.85	−0.10	+ 59.18
89 Jan. 27	+3 26	o. d. II	4	7 5	+0.603	+ 58.59	−0.09	+ 59.11
89 Febr. 7	+0 25	o. d. II	7	7 5	+0.554	+ 57.95	−0.11	+ 58.45
								[+ 59″01]
								+ 58″95

1) Durch Wolken; * 16 ganz schwach.

16—48

$m = 10.6 \quad o - u = 0.59 \quad d\sigma = 0.12$

89 Jan. 6	−2h 2m	u. d. II	5	8 3	−0r348	−314r92	−0r37	−316″00
89 Jan. 14	−1 39	u. d. II	4	8 3	−0.364	−314.70	−0.35	−315.76
89 Jan. 27	+3 33	o. d. II	5	3 8	−0.374	−314.57	−0.46	−314.56
89 Febr. 7	+1 37	o. d. II	5	3 8	−0.367	−314.66	−0.37	−314.56
								−315″22
								−5′ 15″22

17—26

$m = 10.7 \quad o - u = 0.64 \quad d\sigma = 0.06$

89 Jan. 2	−2h32m	u. d. II	5	7 1	−1r072	−143r69	−0r15	−144″54
89 Jan. 5	−2 44	u. d. II	4	7 1	−1.078	−143.61	−0.15	−144.46
89 Jan. 6	+0 32	u. d. II	7	7 2	+0.970	−143.68	−0.13	−144.51
89 März 9	+1 22	o. d. II	4	2 7	+1.108	−145.69	−0.14	−145.25
								−144″69
								−2′ 24″69

17—30

$m = 10.7 \quad o - u = 0.64 \quad d\sigma = 0.06$

88 Dec. 30	+1h35m	u. d. II	6	1 7	+0r054	+158r75	+0r03	+158″20
89 Jan. 2	−2 58	u. d. II	4	1 7	−0.024	+157.71	+0.05	+157.18
89 Jan. 5	+0 37	u. d. II	4	1 7	+0.007	+158.12	+0.01	+157.55
89 Jan. 6	+0 21	u. d. II	5	1 7	+0.053	+158.73	+0.01	+158.16
89 März 9	+1 35	o. d. II	4	7 1	−0.085	+156.89	−0.01	+157.58
								+157″73
								+2′ 37″73

18—30

$m = 10.7 \quad o - u = 0.64 \quad d\sigma = 0.18$

88 Dec. 13	+2h40m	u. d. II	4	9 4	−0r437	−474r76	−0r35	−475″93
89 Jan. 4	+1 40	o. d. II	5	4 9	−0.244	−477.22	−0.32	−477.08
89 Jan. 5	−1 2	u. d. II	4	9 4	−0.440	−474.72	−0.31	−475.85
89 Jan. 6	−0 7	u. d. II	5	9 4	−0.430	−474.86	−0.30	−475.98
89 Febr. 7	+1 49	o. d. II	5	4 9	−0.443	−474.69	−0.31	−474.54
								−475″88
								−7′ 55″88

18 — 48

$m = 10.7$ $o - u = 0.64$ $d\sigma = 0.02$

88 Dec. 13	$+2^h 26^m$	u. d. II	4	5	7	$+0^r457$	+ 56°63	−0°12	+ 55″89	
89 Jan. 4	+0 42	o. d. II	5	3	1	+0.174	+ 54.35	−0.16	+ 54.85	
89 Jan. 5	+1 10	u. d. II	4	4	6	+0.180	+ 56.47	−0.16	+ 55.69	
89 Jan. 27	−2 22	u. d. II	4	1	3	+0.361	+ 56.85	−0.17	+ 56.06	
89 Febr. 5	+1 43	o. d. II	5	7	4	−1.805	+ 55.37	−0.19	+ 55.84	
									+ 55″67	

19 — 40

$m = 10.4$ $o - u = 0.51$ $d\sigma = 0.03$

86 Oct. 30	$-3^h 31^m$	u. d. II	4				− 74″48	−0″09	− 74″57	
87 Jan. 19	−1 51	o. h. II	4				− 74.65	−0.19	− 74.84	
88 Dec. 14	$+2^h 51^m$	u. d. II	4	7	4	-0^r399	− 74°19	−0°15	− 74″88	
89 Jan. 13	+2 7	u. d. II	4	7	4	−0.361	− 74.69	−0.17	− 75.40	
89 Jan. 15	+0 8	u. d. II	4	7	4	−0.469	− 73.25	−0.16	− 73.95	
89 Febr. 7	+0 18	o. d. II	4	4	7	−0.420	− 73.90	−0.18	− 73.60	
									− 74″54	
									−1′ 14″54	

19 — 44

$m = 10.4$ $o - u = 0.51$ $d\sigma = 0.09$

87 Jan. 19	$-1^h 45^m$	o. h. II	4				+235″75	+0″06	+235″81	
88 Dec. 14	$+2^h 59^m$	u. d. II	5	6	8	-0^r196	+236°40	+0°03	+236″01	
89 Jan. 15	+0 16	u. d. II	5	6	8	−0.290	+235.14	−0.05	+234.67	
89 Jan. 27	−1 48	u. d. II	5	6	8	−0.261	+235.52	−0.05	+235.05	
89 Febr. 7	+0 13	o. d. II	4	8	6	−0.256	+235.60	−0.07	+236.13	
									+235″53	
									+3′ 55″53	

20 — 26

$m = 9.6$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.01$

86 Oct. 1	$-3^h 43^m$	u. d. II	4				+ 29″23	+0″06	+ 29″29	
87 Jan. 19	−2 44	o. h. II	4				+ 28.86	+0.01	+ 28.87	
88 Dec. 8	$+1^h 30^m$	u. h. II	4	3	4	$+0^r166$	+ 27°71	0°00	+ 27″72	
88 Dec. 14	+0 51	u. d. II	4	6	7	+0.255	+ 28.74	−0.02	+ 28.73	
89 Jan. 27	−3 25	u. d. II	5	6	7	+0.243	+ 28.71	−0.02	+ 28.70	
89 Febr. 28	+0 43	o. d. II	4	7	6	+0.321	+ 29.75	−0.15	+ 29.61	2 F.
									+ 28″82	

20 — 10

$m = 9.6$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.13$

86 Oct. 1	$-3^h 25^m$	u. d. II	4				−347″01	−0″45	−347″46	
88 Dec. 14	$+1^h 0^m$	u. d. II	4	2	8	$+0^r176$	−346°78	−0°10	−347″01	
89 Jan. 13	+2 21	u. h. II	4	2	8	+0.190	−346.96	−0.11	−347.20	
89 Jan. 27	−3 30	u. d. II	4	2	8	+0.242	−347.66	−0.16	−347.95	
89 Febr. 28	+0 48	o. d. II	4	8	2	+0.468	−346.87	−0.04	−347.04	
									−347″33	
									−5′ 47″33	

21 — 30

$m = 9.4 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.9$

88 Dec. 13	$+1^h\ 6^m$	u. h. II	4	8	6	$-0^s.825$	$-227^r.99$	$-0^r.15$	$-228''.23$	
89 Jan. 13	+1 1	u. d. II	4	8	6	−0.889	−227.03	−0.13	−227.25	
89 Jan. 14	−3 13	u. d. II	4	8	6	−0.784	−228.53	−0.19	−228.81	
89 Febr. 7	+2 2	o. d. II	6	6	8	−0.843	−227.75	−0.14	−227.98	
									$-228''.07$	
									$-3'\ 48''.07$	

21 — 48

$m = 9.4 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.12$

88 Dec. 13	$+0^h 55^m$	u. h. II	4	4	8	$+0^s.804$	$+303^r.83$	$+0^r.03$	$+303''.98$	
89 Jan. 13	+0 53	u. d. II	4	4	8	+0.798	+303.76	−0.01	+303.87	
89 Jan. 14	−2 11	u. d. II	4	4	8	+0.764	+303.31	+0.01	+303.44	
89 Febr. 7	+2 21	o. d. II	4	8	4	+0.804	+303.83	−0.01	+303.94	
									$+303''.81$	
									$+5'\ 3''.81$	

22 — 26

$m = 9.9 \quad o - u = 0.30 \quad d\sigma = 0.11$

89 Jan. 5	$-3^h\ 5^m$	u. d. II	4	8	4	$-0^s.292$	$-289^r.02$	$-0^r.24$	$-289''.67$	
89 Jan. 12	−1 52	u. d. II	6	8	4	−0.273	−289.42	−0.19	−290.02	
89 März 4	−0 41	o. d. II	4	4	8	−0.281	−289.32	+0.03	−289.10	2 F.
89 März 6	+0 47	o. d. II	8	4	8	−0.322	−288.78	+0.03	−288.56	2 F.
									$-289''.34$	
									$-4'\ 49''.34$	

22 — 30

$m = 9.9 \quad o - u = 0.30 \quad d\sigma = 0.01$

88 Dec. 8	$+1^h 11^m$	u. h. II	5	7	7	$+1^s.070$	$+14^r.32$	$-0^r.02$	$+14''.01$	
89 Jan. 12	−2 6	u. d. II	4	7	7	+1.098	+14.69	−0.03	+14.37	
89 Jan. 15	+1 4	u. d. II	6	7	7	+1.036	+13.86	−0.02	+14.55	
89 März 4	−0 38	o. d. II	4	7	6	−0.885	+13.61	+0.10	+14.02	2 F.
									$+13''.99$	

23 — 40

$m = 9.9 \quad o - u = 0.30 \quad d\sigma = 0.06$

89 Jan. 2	$+2^h 10^m$	u. d. II	5	1	7	$-0^s.654$	$+149^r.28$	$-0^r.02$	$+149''.02$
89 Jan. 5	+2 52	u. d. II	5	1	7	−0.672	+149.04	0.00	+148.80
89 Jan. 6	+0 45	u. d. II	4	1	7	−0.664	+149.14	−0.02	+148.88
89 Febr. 7	+0 32	o. d. II	4	7	1	−0.607	+149.91	−0.03	+150.24
89 März 6	+4 17	o. d. II	4	7	1	−0.678	+148.96	+0.12	+149.44
									$+149''.26$
									$+2'\ 29''.26$

23 — 48

$m = 9.9 \quad o - u = 0.30 \quad d\sigma = 0.09$

89 Jan. 2	$+2^h\ 0^m$	u. d. II	5	8	6	$-0^s.928$	$-226^r.61$	$-0^r.30$	$-227''.30$
89 Jan. 5	+3 8	u. d. II	7	8	7	+0.832	−224.69	−0.32	−225.40
89 Jan. 6	+0 54	u. d. II	5	8	7	+0.910	−225.73	−0.28	−226.40
89 Febr. 7	+1 30	o. d. II	6	6	8	−0.942	−226.42	−0.28	−226.49
									$-226''.40$
									$-3'\ 46''.40$

24 — 30

$m = 9.0$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.01$

85 Dec. 20	−0h 7m	u. h. II	5				− 34.″56	−0.″11	− 34.″67	
86 Oct. 18	−0 44	u. h. II	5				− 36.04	0.00	− 36.04	
87 Jan. 8	+0 30	o. h. II	4				− 34.74	−0.09	− 34.83	
88 Dec. 8	+1h 0m	u. h. II	4	7	6	+0.r806	− 36.″15	−0.″05	− 36.″21	
88 Dec. 22	−3 5	u. d. II	5	7	6	+0.636	− 33.97	−0.06	− 34.04	
89 Jan. 14	−1 29	u. d. II	4	7	6	+0.739	− 35.35	−0.05	− 35.41 [1]	
89 Jan. 27	+1 6	o. d. II	4	7	6	+0.692	− 34.72	−0.06	− 34.79	
89 März 7	+3 19	o. d. II	6	6	7	+0.763	− 35.67	+0.04	− 35.64	2F.
									− 35.″20	

1) Durch Wolken.

24 — 48

$m = 9.0$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.19$

89 Jan. 3	+2h 11m	u. h. II	4	3	9	−0.r820	+496.″13	+0.″11	+496.″43
89 Jan. 5	+3 24	u. h. II	5	3	9	−0.867	+495.50	+0.22	+495.91
89 Jan. 15	+0 33	u. d. II	5	4	9	+1.119	+495.08	+0.07	+495.34
89 Jan. 27	+2 28	o. d. II	4	9	3	−0.820	+496.13	+0.11	+496.43
89 März 7	+3 28	o. d. II	4	9	3	−0.851	+495.72	+0.18	+496.09
									+496.″04
									+8′ 16.″04

25 — 26

$m = 11.9$ $o - u = 1.14$ $d\sigma = 0.04$

88 Dec. 27	+1h 10m	u. d. II	5	4	7	+1.r597	−100.″89	−0.″07	−102.″14	
88 Dec. 29	+2 30	u. d. II	4	3	7	−0.151	−103.99	−0.09	−105.26	
89 Febr. 28	+0 39	o. d. II	4	7	3	+0.011	−106.16	−0.22	−105.28 [1]	2F.
89 März 9	+2 13	o. d. II	6	7	3	−0.042	−105.45	−0.24	−104.59	2F.
									−104.″32	
									−1′ 44.″32	

1) Schlechte Beobachtung.

25 — 30

$m = 11.9$ $o - u = 1.14$ $d\sigma = 0.08$

87 März 1	+1h 38m	o. d. II	4				+199.″40	+0.″07	+199.″47	
88 Dec. 27	+0h 11m	u. d. II	5	7	8	−1.r051	+199.″50	+0.″07	+198.″51	
88 Dec. 29	+2 20	u. d. II	4	7	8	−1.089	+198.99	+0.09	+198.02	
89 Jan. 2	−2 3	u. d. II	4	7	8	−1.086	+199.03	+0.08	+198.05	
89 Febr. 28	+0 34	o. d. II	4	8	7	−1.177	+197.81	+0.34	+199.37	2F.
89 März 9	+2 22	o. d. II	6	8	7	−1.138	+198.33	+0.35	+199.90	2F.
									+198.″89	
									+3′ 18.″89	

26 Hauptstern.

27 — 10

$m = 9.9$ $o - u = 0.30$ $d\sigma = 0.06$

86 April 11	+3h 10m	o. d. II	6				−170.″57	−0.″06	−170.″63
88 Dec. 14	+0h 19m	u. d. II	4	8	9	−1.r332	−169.″71	+0.″03	−170.″04
89 Jan. 12	−0 57	u. d. II	4	1	7	+0.996	−171.35	+0.05	−171.66
89 Jan. 15	−1 11	u. d. II	4	1	7	+0.822	−169.02	+0.05	−169.33
89 Febr. 28	+0 52	o. d. II	4	9	8	+1.209	−171.34	+0.07	−171.03
									−170.″54
									−2′ 50.″54

27—26

$m = 9.9$ $o - u = 0.30$ $d\sigma = 0.08$

88 Dec. 14	$+0^h 29^m$	u. d. II	5	8 7	-0^r647	+204″90	+0″10	+204″78	
89 Jan. 12	$-1\ 12$	u. d. II	6	8 7	−0.604	+205.48	+0.11	+205.37	
89 Jan. 15	$-0\ 47$	u. d. II	9	8 7	−0.550	+206.20	+0.10	+206.08	
89 Febr. 28	$+0\ 55$	o. d. II	4	7 8	−0.627	+205.17	+0.38	+205.93	2 F.
								+205″54	
								+3′ 25″54	

28—30

$m = 10.0$ $o - u = 0.34$ $d\sigma = 0.12$

89 Jan. 5	$-1^h 17^m$	u. d. II	5	8 4	$+0^r730$	−302″85	−0″16	−303″47	
89 Jan. 6	$+1\ 31$	u. d. II	4	8 4	+0.670	−302.05	−0.16	−302.67	
89 Jan. 14	$-3\ 4$	u. d II	5	8 3	−0.253	−302.81	−0.21	−303.48	
89 Febr. 28	$+1\ 42$	o. d. II	5	4 8	+0.717	−302.68	−0.34	−302.80	2 F.
								−303″10	
								−5′ 3″10	

28—48

$m = 10.0$ $o - u = 0.34$ $d\sigma = 0.09$

89 Jan. 5	$+1^h 46^m$	u. d. II	4	6 8	-0^r727	+229″02	0″00	+228″77
89 Jan. 6	$+1\ 46$	u. d. II	4	6 8	−0.816	+228.11	0.00	+227.86
89 Jan. 14	$-2\ 50$	u. d. II	8	6 8	−0.806	+228.24	+0.01	+228.00
89 Febr. 28	$+1\ 49$	o. d. II	4	8 6	−0.867	+227.42	−0.03	+227.82
								+228″11
								+3′ 48″11

29—30

$m = 11.7$ $o - u = 1.06$ $d\sigma = 0.10$

87 Jan. 27	$-1^h 28^m$	o. d. II	4			−273″76	−0″21	−273″97
88 Dec. 13	$+2^h\ 1^m$	u. d. II	4	8 5	$+0^r576$	−271″79	−0″16	−273″11
88 Dec. 27	$-0\ 37$	u. d. II	4	8 5	+0.760	−274.25	−0.14	−275.55
89 Jan. 2	$+0\ 16$	u. d. II	5	8 5	+0.715	−273.65	−0.13	−274.94
89 Jan. 3	$-1\ 25$	u. d. II	4	8 4	−1.435	−273.88	−0.14	−275.18
89 Jan. 4	$-0\ 40$	o. d. II	5	5 8	+0.805	−274.85	−0.14	−274.03
89 Jan. 27	$+1\ 36$	o. d. II	5	5 8	+0.904	−276.17	−0.13	−275.34
								−274″59
								−4′ 34″59

29—48

$m = 11.7$ $u - v = 1.06$ $d\sigma = 0.10$

88 Dec. 13	$+2^h 12^m$	u. d. II	4	6 8	$+1^r342$	+256″97	+0″05	+256″06
88 Dec. 27	$+2\ 23$	u. d. II	4	5 8	−0.492	+257.51	+0.05	+256.60
89 Jan. 2	$+0\ 27$	u. d. II	5	5 8	−0.556	+256.65	−0.01	+255.68
89 Jan. 3	$-1\ 14$	u. d. II	5	5 8	−0.504	+257.34	0.00	+256.38
89 Jan. 4	$-0\ 50$	o. d. II	4	8 5	−0.635	+255.59	0.00	+256.75
89 Jan. 27	$+2\ 8$	o. d. II	5	8 5	−0.690	+254.85	+0.01	+256.02
								+256″25
								+4′ 16″25

30 Hauptstern.

31 — 30

$m = 11.0$ $o - u = 0.76$ $d\sigma = 0.00$

86 Nov. 3	+0ʰ11ᵐ	u. d. II	4				− 10.″93	−0.″03	− 10.″96	2 F.
88 Dec. 7	+1ʰ20ᵐ	u. d. II	5	7 7	+0.ʳ910	− 12.°17	+0.°02	− 12.″91		
89 Jan. 27	+1 18	o. d. II	4	7 7	+0.856	− 11.44	+0.01	− 10.67		
89 März 6	+2 43	o. d. II	4	7 7	+0.944	− 12.63	+0.02	− 11.85	2 F.	
89 März 7	+1 30	u. d. II	6	7 7	+0.821	− 10.98	+0.02	− 11.72	2 F.	
								− 11.″62		

31 — 48

$m = 11.0$ $o - u = 0.76$ $d\sigma = 0.20$

88 Dec. 27	+2ʰ 5ᵐ	u. d. II	4	2 9	−0.ʳ915	+519.°71	+0.°21	+519.″36
89 Jan. 13	+1 22	u. d. II	4	2 9	−0.931	+519.50	+0.17	+519.11
89 Jan. 27	−2 11	u. d. II	5	2 9	−0.877	+520.22	+0.16	+519.82
89 März 6	+2 52	o. d. II	5	9 2	−0.969	+518.99	+0.20	+520.15
								+519.″61
								+8′ 39.″61

32 Hauptstern.

33 — 40

$m = 13.2$ $o - u = 1.69$ $d\sigma = 0.04$

87 Jan. 27	−0ʰ49ᵐ	o. d. II	4			+103.″58	+0.″14	+103.″72		
87 März 1	+2 15	o. d. II	4			+102.51	+0.16	+102.67		
88 Dec. 27	+3ʰ39ᵐ	u. d. II	5	1 5	−0.ʳ055	+106.°78	+0.°07	+105.″20	1)	½
88 Dec. 29	−0 51	u. d. III	4	1 5	−0.128	+105.80	+0.02	+104.17		
89 Febr. 3	−0 44	o. d. II	6	7 3	−0.297	+102.03	0.00	+103.76		
89 Febr. 5	−1 25	o. d. II	4	7 3	−0.321	+101.72	+0.01	+103.46		
89 Febr. 7	+0 41	o. d. II	4	7 3	−0.366	+101.12	0.00	+102.85		
								[+103.″69]		
								+103.″57		
								+1′ 43.″57		

1) Schlechte Beobachtung.

33 — 48

$m = 13.2$ $o - u = 1.69$ $d\sigma = 0.10$

88 Dec. 27	+3ʰ59ᵐ	u. d. II	4	8 5	+0.ʳ207	−266.°85	−0.°37	−269.″01	1)
88 Dec. 28	−0 7	u. d. II	4	8 5	+0.230	−267.17	−0.22	−269.18	2)
88 Dec. 29	−1 5	u. d. III	4	8 5	+0.366	−268.97	−0.24	−271.00	
89 Febr. 5	−1 15	o. d. II	3	5 8	+0.475	−270.43	−0.24	−269.08	
89 Febr. 7	+1 5	o. d. II	6	5 8	+0.665	−272.98	−0.24	−271.63	
								−269.″98	
								−4′ 29.″98	

1) Schlechte Beobachtung.
2) * 33 kaum zu sehen.



34 — 40

$m = 9.8$ $o - u = 0.26$ $d\sigma = 0.04$

86 Sept. 30	$-2^{h}23^{m}$	u. d. II	5				− 95″.56	−0″.15	− 95″.71
86 Oct. 30	−2 53	u. d. II	4				− 96.37	−0.18	− 96.55
88 Dec. 13	$-0^{h}18^{m}$	u. h. II	5	6	2	−0r.785	− 94″.89	−0″.07	− 95″.26
89 Jan. 13	+1 11	u. d. II	4	7	3	−0.843	− 94.74	−0.08	− 95.12
89 Jan. 15	+0 25	u. d. II	4	7	3	−0.718	− 96.40	−0.07	− 96.77
89 Febr. 7	+0 3	o. d. II	5	3	6	+1.105	− 95.34	−0.09	− 95.21
									− 95″.77
									−1′ 35″.77

34 — 44

$m = 9.8$ $o - u = 0.26$ $d\sigma = 0.08$

88 Dec. 13	$-0^{h}28^{m}$	u. h. II	4	7	8	+0r.089	+214″.85	+0″.06	+214″.73
88 Dec. 22	−3 17	u. d. II	5	7	8	+0.104	+214.95	+0.10	+214.87
89 Jan. 13	+3 1	u. h. II	4	7	8	+0.071	+214.51	+0.08	+214.41
89 Febr. 7	+0 8	o. d. II	4	8	7	+0.063	+214.40	+0.02	+214.76
									+214″.69
									+3′ 34″.69

35 — 10

$m = 9.0$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.08$

86 April 7	$+2^{h}30^{m}$	o. d. II	5				−206″.44	−0″.05	−206″.49
88 Dec. 14	$+0^{h}\ 8^{m}$	u. d. II	4	7	8	−0r.604	−205″.48	+0″.04	−205″.52
89 Jan. 12	−1 38	u. d. II	5	7	8	−0.504	−206.82	+0.06	−206.84
89 Jan. 15	+2 27	u. h. II	4	7	8	−0.523	−206.56	+0.04	−206.60
89 Febr. 28	+1 6	o. d. II	4	8	7	−0.568	−205.96	+0.08	−205.96
									−206″.28
									−3′ 26″.28

35 — 26

$m = 9.0$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.06$

86 April 7	$+2^{h}44^{m}$	o. d. II	5				+169″.83	+0″.04	+169″.87
87 Jan. 8	−3 54	o. h. II	4				+169.92	+0.06	+169.98
88 Dec. 14	$+0^{h}39^{m}$	u. d. II	4	7	1	+0r.933	+170″.51	+0″.12	+170″.69
89 Jan. 12	−1 29	u. d. II	4	7	1	+0.798	+168.71	+0.12	+168.89
89 Jan. 15	+2 39	u. h. II	5	7	1	+0.906	+170.15	+0.14	+170.35
89 Febr. 28	+1 1	o. d. II	5	1	7	+0.926	+170.42	+0.11	+170.59
									+170″.06
									+2′ 50″.06

36 — 30

$m = 11.0$ $o - u = 0.76$ $d\sigma = 0.01$

86 Oct. 1	$-1^{h}50^{m}$	u. d. II	4				− 25″.14	−0″.01	− 25″.15
87 Jan. 8	+0 5	o. h. II	4				− 25.36	+0.02	− 25.34
87 Jan. 27	+1 58	o. d. II	4				− 25.12	+0.02	− 25.10
88 Dec. 7	$+1^{h}29^{m}$	u. d. II	4	7	7	+1r.831	− 24″.49	+0″.02	− 25″.24
88 Dec. 8	+0 49	u. h. II	4	7	7	+1.866	− 24.96	+0.02	− 25.71
88 Dec. 27	−0 58	u. d. II	4	6	7	−0.059	− 24.88	+0.01	− 25.64
89 Jan. 27	+0 55	o. d. II	5	7	6	+0.049	− 26.11	+0.02	− 25.34
89 Febr. 3	−1 52	o. d. II	5	2	1	−0.181	− 24.75	+0.02	− 23.98
									− 25″.49

36 — 48

$m = 11.0$ $o - u = 0.76$ $d\sigma = 0.19$

88 Dec. 27	$+1^h56^m$	u. d. II	4	3	9	$-0^s.126$	$+505^r.41$	$+0^r.20$	$+505''.04$	
89 Jan. 2	−0 45	u. d. II	5	3	9	+0.005	+507.17	+0.15	+506.75	
89 Jan. 6	−1 43	u. d. II	6	3	9	−0.095	+505.83	+0.18	+505.44	
89 Jan. 27	−1 33	u. d. II	4	3	9	−0.009	+506.98	+0.14	+506.55	
89 Febr. 3	−2 1	o. d. II	4	9	3	−0.177	+504.73	+0.15	+505.83	
									$+505''.92$	
									$+8'\ 25''.92$	

37 — 40

$m = 12.2$ $o - u = 1.27$ $d\sigma = 0.05$

86 Oct. 29	-3^h31^m	u. d. II	5				$-136''.30$	$-0''.16$	$-136''.46$	[1]
87 Jan. 27	−0 41	o. d. II	4				−134.93	−0.08	−135.01	
88 Dec. 28	$-1^h\ 1^m$	u. d. II	6	7	2	$+0^s.338$	$-135^r.38$	$-0^r.10$	$-136''.80$	
88 Dec. 29	−2 16	u. d. II	4	7	2	+0.287	−134.80	−0.11	−136.23	
88 Dec. 29	−2 6	u. d. II	4	7	2	+0.380	−135.84	−0.11	−137.27	
88 Dec. 30	−0 3	u. d. II	6	7	2	+0.217	−133.77	−0.10	−135.19	
89 Jan. 4	−2 49	o. d. II	7	1	6	+0.305	−136.65	−0.11	−135.54	
89 Febr. 3	+0 30	o. d. II	5	1	6	+0.261	−136.06	−0.11	−134.95	
89 Febr. 5	−1 41	o. d. II	5	2	7	+0.429	−136.60	−0.10	−135.48	
									$-135''.88$	
									$-2'\ 15''.88$	

1) * 37 sehr schwach.

37 — 44

$m = 12.2$ $o - u = 1.27$ $d\sigma = 0.07$

88 Dec. 28	-0^h30^m	u. d. II	4	8	9	$-0^s.858$	$+176^r.05$	$+0^r.04$	$+174''.89$
88 Dec. 29	−2 26	u. d. II	4	8	9	−0.863	+175.99	+0.06	+174.85
88 Dec. 30	+0 4	u. d. III	5	8	9	−0.869	+175.91	+0.03	+174.74
89 Jan. 4	−3 4	o. d. II	7	9	8	−1.126	+172.46	+0.06	+173.86
89 Jan. 27	+3 6	o. d. II	4	7	1	+1.140	+173.29	+0.05	+174.68
89 Febr. 5	−1 57	o. d. II	5	7	1	+1.089	+172.70	+0.02	+174.06
									$+174''.51$
									$+2'\ 54''.51$

38 — 40

$m = 12.8$ $o - u = 1.52$ $d\sigma = 0.07$

87 Jan. 18	-1^h49^m	o. d. II	4				$-190''.22$	$-0''.20$	$-190''.42$	[1]
87 Jan. 27	−0 17	o. d. II	4				−190.60	−0.16	−190.76	
87 März 1	+2 21	o. d. II	4				−190.35	−0.08	−190.43	
88 Dec. 28	-1^h17^m	u. d. II	5	9	8	$+0^s.221$	$-190^r.49$	$-0^r.13$	$-192''.21$	
88 Dec. 29	−1 31	u. d. III	4	9	8	+0.230	−190.61	−0.13	−192.33	
88 Dec. 30	+0 44	u. d. III	4	9	8	+0.196	−190.15	−0.13	−191.87	
89 Jan. 4	−3 30	o. d. II	5	8	9	+0.359	−192.33	−0.19	−191.07	
89 Febr. 3	−0 15	o. d. II	4	8	9	+0.284	−191.33	−0.13	−190.01	
89 Febr. 5	−1 48	o. d. II	4	7	8	+1.753	−190.11	−0.14	−188.80	
									$-190''.88$	
									$-3'\ 10''.88$	

1) * 38 sehr schwach.



38 — 41

$m = 12.8 \quad o - u = 1.52 \quad d\sigma = 0.05$

87 Jan. 18	-1^h57^m	o. d. II	4				+120″50	+0″06	+120″56	1)
87 Jan. 27	−0 24	o. d. II	4				+120.13	+0.04	+120.17	
87 März 1	−2 29	o. d. II	4				+119.33	−0.03	+119.30	
88 Dec. 28	-0^h14^m	u. d. II	4	2	7	−0.890	+118.96	+0.01	+117″50	1)
88 Dec. 29	−1 18	u. d. III	4	2	7	−0.872	+119.20	+0.01	+117.74	
88 Dec. 30	+0 44	u. d. III	5	3	7	+1.173	+121.71	0.00	+120.24	
89 Jan. 4	−3 18	o. d. II	8	7	3	+0.851	+117.39	+0.03	+118.99	
89 Febr. 5	−2 9	o. d. II	5	7	3	+0.858	+117.49	−0.01	+119.05	
89 Febr. 7	−0 53	o. d. II	5	7	3	+1.064	+120.25	−0.02	+121.80	
									+119″48	
									+1′ 59″48	

1) * 38 ganz schwach.

39 — 26

$m = 9.1 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.04$

88 Dec. 8	$+1^h53^m$	u. d. II	4	3	7	−0.202	−103.31	−0.03	−103″38
88 Dec. 14	+1 35	u. d. II	4	3	7	+0.245	−103.81	−0.03	−103.88
88 Dec. 25	−1 54	u. d. II	4	3	7	−0.213	−103.16	−0.01	−103.21
89 Febr. 28	+1 11	o. d. II	4	6	2	−0.161	−103.24	−0.01	−103.29
									−103″44
									−1′ 43″44

39 — 30

$m = 9.1 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.08$

85 Dec. 2	$+2^h12^m$	u. h. II	5				+199″57	+0″14	+199″71	
86 April 7	+3 15	o. d. II	5				+200.67	+0.13	+200.80	
87 Jan. 7	−0 24	o. h. II	4				+199.71	−0.01	+199.70	
88 Dec. 8	$+1^h40^m$	u. h. II	4	8	7	−0.883	+201.75	+0.15	+201″98	
88 Dec. 14	+1 45	u. d. II	5	8	7	−1.031	+199.77	+0.14	+199.99	
88 Dec. 27	+4 9	u. h. II	4	8	7	−0.987	+200.26	+0.24	+200.58	
89 Febr. 28	+1 16	o. d. II	4	7	8	−0.963	+200.68	−0.17	+200.59	2 F.
									+200″48	
									+3′ 20″48	

40 Hauptstern.

41 — 30

$m = 12.9 \quad o - u = 1.56 \quad d\sigma = 0.01$

88 Dec. 27	-1^h19^m	u. d. II	4	6	7	+0.421	− 31.09	+0.03	− 32″63	
88 Dec. 29	+1 41	u. d. II	4	6	7	+0.456	− 31.55	+0.02	− 33.10	
88 Dec. 30	+1 14	u. d. II	5	6	7	+0.343	− 30.49	+0.02	− 32.04	1)
89 Jan. 4	+1 40	o. d. II	3	2	1	+0.493	− 33.76	+0.04	− 32.17	
89 Jan. 27	+0 49	o. d. II	5	7	6	+0.693	− 34.73	+0.04	− 33.14	1)
89 Febr. 3	−1 33	o. d. II	4	2	1	+0.526	− 34.21	+0.05	− 32.61	
									− 32″61	

1) * 41 ganz schwach.

41 — 48

$m = 12.9$ $o - u = 1.56$ $d\sigma = 0.19$

88 Dec. 27	+1ʰ34ᵐ	u. d. II	4	3	9	−0ʳ627	+498″71	+0″21	+497″55	
88 Dec. 29	+1 59	u. d. II	5	3	9	−0.767	+496.83	+0.21	+495.67	
89 Jan. 2	−1 2	u. d. III	5	3	9	−0.624	+498.75	+0.18	+497.56	¹)
89 Jan. 27	+1 48	o. d. II	5	4	9	+1.065	+494.85	+0.18	+496.78	
89 Febr. 3	−2 10	o. d. II	5	9	3	−0.941	+494.51	+0.19	+496.45	
									+496″80	
									+8′ 16″80	

1) * 41 ganz schwach.

42 — 30

$m = 9.9$ $o - u = 0.30$ $d\sigma = 0.13$

88 Dec. 14	+1ʰ55ᵐ	u. d. II	4	2	8	−0ʳ445	−338″47	−0″14	−339″04		
88 Dec. 28	+1 11	u. d. II	4	2	8	−0.601	−336.38	−0.13	−336.94	¹)	½
89 Jan. 15	+0 50	u. d. II	6	2	8	−0.481	−337.97	−0.09	−338.49		
89 Febr. 7	+2 26	o. d. II	3	8	2	−0.315	−340.21	−0.12	−340.16	²)	
89 März 9	+2 34	o. d. II	5	8	2	−0.422	−338.78	−0.13	−338.74	²)	
									[−338″67]		
									−338″89		
									−5′ 38″89		

1) Schlechte Beobachtung.
2) Durch Wolken.

42 — 48

$m = 9.9$ $o - u = 0.30$ $d\sigma = 0.07$

88 Dec. 14	+2ʰ 5ᵐ	u. d. II	4	8	9	+0ʳ407	+192″99	+0″06	+192″82	
88 Dec. 28	+1 1	u. d. II	4	8	9	+0.517	+194.45	+0.04	+194.26	
89 Jan. 15	+0 41	u. d. II	4	8	9	+0.385	+192.68	+0.03	+192.48	
89 Febr. 28	+1 55	o. d. II	5	9	8	+0.384	+192.66	+0.03	+193.06	¹) 2F.
89 Febr. 28	+2 0	o. d. II	5	7	1	+2.533	+191.92	+0.03	+192.32	
									+192″99	
									+3′ 12″99	

1) Schlechte Beobachtung. Faden 9 ganz verschwommen.

43 — 30

$m = 12.1$ $o - u = 1.22$ $d\sigma = 0.01$

88 Dec. 7	+1ʰ40ᵐ	u. d. II	4	7	7	+1ʳ940	− 25″96	+0″06	− 27″13
88 Dec. 27	+1 29	u. d. II	4	6	7	+0.089	− 26.96	+0.06	− 28.13
88 Dec. 29	+1 50	u. d. II	4	6	7	+0.135	− 27.27	+0.05	− 28.45
89 Jan. 4	+2 5	o. d. II	4	2	1	+0.212	− 30.01	+0.08	− 28.72
89 Jan. 27	+1 26	o. d. II	4	7	6	+0.339	− 29.99	+0.10	− 28.68
89 Febr. 3	−1 42	o. d. II	5	2	1	+0.139	− 29.03	+0.08	− 27.74
									− 28″14

43 — 48

$m = 12.1$ $o - u = 1.22$ $d\sigma = 0.19$

88 Dec. 27	−1ʰ44ᵐ	u. d. II	4	3	9	−0ʳ195	+504″49	+0″25	+503″71
88 Dec. 29	+2 9	u. d. II	4	3	9	−0.423	+501.46	+0.25	+500.68
89 Jan. 2	−1 15	u. d. II	5	2	9	+2.160	+503.05	+0.23	+502.25
89 Jan. 27	+1 59	o. d. II	5	9	3	−0.542	+499.85	+0.23	+501.49
89 Febr. 3	−2 20	o. d. II	5	9	3	−0.428	+501.38	+0.23	+503.02
									+502″23
									+8′ 22″23

44 Hauptstern.

45—10

$m = 9.9 \quad o - u = 0.30 \quad d\sigma = 0.12$

88 Dec. 29	+3ʰ52ᵐ	u. d. II	4	3	8	−0ᴿ083	−318″46	−0″11	−318″99	
89 Jan. 5	−1 47	u. d. II	4	3	8	−0.167	−317.40	+0.06	−317.76	
89 Jan. 6	+2 0	u. d. II	7	3	8	−0.075	−318.57	+0.06	−318.93	1)
89 Jan. 6	+2 39	u. d. II	7	3	8	−0.064	−318.71	+0.04	−319.09	
89 Febr. 28	+1 32	o. d. II	3	8	3	−0.013	−319.41	+0.10	−319.13	
									−318″78	
									−5′ 18″78	

1) Luft sehr unruhig.

45—26

$m = 9.9 \quad o - u = 0.30 \quad d\sigma = 0.02$

86 Oct. 29	−1ʰ21ᵐ	u. d. II	6				+ 57″02	+0″11	+ 57″13
88 Dec. 29	+3ʰ44ᵐ	u. d. II	4	7	5	+0ᴿ592	+ 58″44	+0″13	+ 58″29
89 Jan. 5	−2 32	u. d. II	4	3	1	+0.494	+ 58.63	+0.14	+ 58.49
89 Jan. 6	+2 21	u. d. II	5	7	5	+0.536	+ 57.69	+0.14	+ 57.55
89 Febr. 28	+1 26	o. d. II	5	5	7	+0.437	+ 56.37	+0.13	+ 56.82
									+ 57″66

46—30

$m = 11.7 \quad o - u = 1.06 \quad d\sigma = 0.09$

88 Dec. 27	−0ʰ14ᵐ	u. d. II	4	6	8	−0ᴿ045	−238″42	−0″04	−239″61	
89 Jan. 2	+1 6	u. d. II	5	6	8	−0.054	−238.30	−0.01	−239.46	1)
89 Jan. 3	−0 44	u. d. II	4	6	8	−0.053	−238.32	−0.01	−239.48	
89 Jan. 4	−1 44	o. d. II	3	8	5	−1.743	−240.76	−0.03	−239.82	2)
									−239″59	
									−3′ 59″59	

1) Ganz unruhige Luft.
2) Statt des angegebenen Fadens 6 wurde angenommen Faden 5.

46—48

$m = 11.7 \quad o - u = 1.06 \quad d\sigma = 0.11$

88 Dec. 27	+1ʰ22ᵐ	u. d. II	5	4	8	−0ᴿ035	+292″61	+0″15	+291″81
89 Jan. 2	+0 43	u. d. II	5	4	8	−0.130	+291.23	+0.11	+290.39
89 Jan. 3	−1 3	u. d. II	7	4	8	−0.007	+292.99	+0.15	+292.19
									+291″46
									+4′ 51″46

47—4

$m = 12.8 \quad o - u = 1.52 \quad d\sigma = 0.05$

88 Dec. 29	+2ʰ39ᵐ	u. d. II	4	2	7	−0ᴿ480	−124″44	+0″25	−125″76
89 Jan. 3	−0 11	u. d. II	5	3	7	+1.285	−123.21	+0.33	−124.45
89 März 7	+4 6	o. d. II	5	7	2	−0.460	−124.71	+0.29	−122.95
									−124″39
									−2′ 4″39

47 — 10

$m = 12.8$ $o - u = 1.52$ $d\sigma = 0.01$

87 Jan. 27	+1^h 8^m	o. d. II	4				+ 21″27	+0″19	+ 21″46		
87 März 1	+1 18	o. d. II	4				+ 21.60	+0.17	+ 21.77		
88 Dec. 29	+2^{h}49^m	u. d. II	4	7	6	−0^{r}198	+ 22^{p}81	+0^{p}23	+ 21″53		
89 Jan. 3	−0 23	u. d. II	4	2	1	−0.259	+ 23.70	+0.27	+ 22.46		
89 Jan. 6	+1 56	u. d. II	4	2	1	−0.405	+ 21.75	+0.28	+ 20.52	[1]	
89 März 4	+0 18	o. d. II	6	8	8	+1.562	+ 20.90	+0.28	+ 22.71		
89 März 7	+4 18	o. d. II	6	8	8	+1.395	+ 18.66	+0.30	+ 20.49		
									+ 21″58		

1) * 47 kaum zu sehen.

48 Hauptstern.

49 — 5

$m = 10.6$ $o - u = 0.59$ $d\sigma = 0.12$

89 Jan. 15	−1^{h}40^m	u. d. II	4	3	8	−0^{r}416	−314^{p}01	+0^{p}24	−314″48		
89 Jan. 27	−3 18	u. d. II	4	3	8	−0.615	−311.34	+0.19	−311.86	[1]	½
89 Febr. 28	−0 38	o. d. II	4	8	3	−0.436	−313.74	+0.28	−312.99		
89 März 6	+1 11	o. d. II	6	8	3	−0.373	−314.58	+0.27	−313.84		
									[−313″29]		
									−313″50		
									−5′ 13″50		

1) Zwischen den Beobachtungen der beiden Sterne Fernrohr in AR mittelst Schnur bewegt und wohl nicht mit genügender Vorsicht; hierdurch ist eine Aenderung der Declinations-Einstellung des Instrumentes wahrscheinlich. Die Einstellungsänderung muss eine Abweichung im Sinne der Abweichung des obigen Resultates vom Mittel hervorrufen.

49 — 4

$m = 10.6$ $o - u = 0.59$ $d\sigma = 0.05$

88 Dec. 14	−0^{h}44^m	u. d. II	5	7	2	−0^{r}695	+121^{p}56	+0^{p}41	+121″43		
88 Dec. 25	−0 32	u. d. II	4	7	2	−0.663	+121.99	+0.39	+121.84		
89 Jan. 27	−3 5	u. d. II	4	7	2	−0.455	+124.78	+0.52	+124.76	[1]	½
89 Febr. 28	+0 20	o. d. II	4	1	6	−0.841	+121.32	+0.50	+122.46		
									[+122″62]		
									+122″32		
									+2′ 2″32		

1) Siehe vorstehende Anmerkung 1) zur Decl.-Diff. 49—5.

49 — 10

$m = 10.6$ $o - u = 0.59$ $d\sigma = 0.10$

86 Nov. 9	+0^h 6^m	u. h. II	4				+267″96	+0″27	+268″23	
87 Jan. 21	−2 54	o. d. II	4				+266.14	+0.43	+266.57	
88 Dec. 25	−0^{h}58^m	u. d. II	4	8	5	+0^{r}235	+267^{p}23	+0^{p}38	+267″12	
									+267″31	
									+4′ 27″31	

50 — 30

$m = 10.6$ $o - u = 0.59$ $d\sigma = 0.16$

89 Jan. 2	+2^{h}29^m	u. d. II	5	7	9	+0^{r}796	−411^{p}74	−0^{p}06	−412″55	
89 Jan. 5	−0 16	u. d. II	5	7	9	+0.646	−409.73	−0.04	−410.52	
89 Jan. 6	+0 2	u. d. II	5	7	9	+0.765	−411.33	−0.04	−412.12	[1]
89 März 9	+1 44	o. d. II	4	9	6	+1.066	−412.29	−0.04	−411.90	
									−411″77	
									−6′ 51″77	

1) Luft sehr unruhig.

50 — 48

$m = 10.6 \quad o - u = 0.59 \quad d\sigma = 0.05$

89 Jan. 2	$+2^h18^m$	u. d. II	4	7	2	-0^r878	+119″12	+0″10	+118″68	
89 Jan. 5	+1 25	u. d. II	5	7	2	−0.889	+118.87	+0.10	+118.43	
89 Febr. 28	+2 12	o. d. II	4	2	7	−1.030	+117.08	+0.38	+118.10	2 F.
89 März 6	+2 24	o. d. II	4	3	7	+0.789	+116.67	+0.23	+117.54	2 F.
89 März 9	+1 52	o. d. II	4	1	6	+1.087	+117.93	−0.14	+118.43	2 F.
									+118″24	
									+1′ 58″24	

51 — 26

$m = 12.2 \quad o - u = 1.27 \quad d\sigma = 0.01$

87 Jan. 21	-1^h19^m	o. d. II	4				− 13″18	+0″10	− 13″08		
88 Dec. 27	$+2^h49^m$	u. d. II	4	7	7	-0^r863	− 11″54	+0″12	− 12″70		
88 Dec. 29	+3 33	u. d. II	10	7	7	−0.784	− 10.49	+0.12	− 11.65		
89 März 4	+1 38	o. d. II	4	8	8	−1.276	− 17.08	+0.16	− 15.66	1)	½
89 März 6	+1 22	o. d. II	6	8	8	−1.188	− 15.90	+0.15	− 14.49		
89 März 7	+3 37	o. d. II	5	8	8	−1.088	− 14.56	+0.15	− 13.15		
									[− 13″45]		
									− 13″25		

1) * 51 kaum sichtbar.

51 — 30

$m = 12.2 \quad o - u = 1.27 \quad d\sigma = 0.11$

88 Dec. 27	$+0^h24^m$	u. d. II	5	8	4	-0^r039	+292″56	+0″27	+291″67
89 Jan. 2	−1 52	u. d. II	5	8	4	−0.088	+291.90	+0.32	+291.06
89 März 6	+2 11	o. d. II	4	4	8	−0.421	+287.45	+0.30	+289.13
89 März 7	+2 44	o. d. II	7	4	8	−0.419	+287.48	+0.32	+289.18
									+290″26
									+4′ 50″26

52 — 4

$m = 10.8 \quad o - u = 0.68 \quad d\sigma = 0.04$

88 Dec. 14	-0^h34^m	u. d. II	4	7	3	$+0^r604$	+114″09	+0″44	+113″89		
88 Dec. 25	−0 12	u. d. II	4	7	3	+0.553	+113.40	+0.41	+113.17		
89 Jan. 27	−3 0	u. d. II	4	7	2	−0.979	+117.76	+0.55	+117.67	1)	½
89 Febr. 28	−0 29	o. d. II	4	1	6	−0.327	+114.82	+0.53	+116.07		
									[+115″20]		
									+114″85		
									+1′ 54″85		

1) Wie Anmerkung 1) der Decl.-Diff. 49 — 5.

52 — 5

$m = 10.8 \quad o - u = 0.68 \quad d\sigma = 0.12$

89 Jan. 15	-1^h27^m	u. d. II	6	3	8	-0^r016	−319″36	+0″27	−319″89		
89 Jan. 27	−3 10	u. d. II	4	3	8	−0.118	−317.99	+0.23	−318.56	1)	½
89 Febr. 28	−0 28	o. d. II	5	8	3	+0.037	−320.07	+0.31	−319.20		
89 März 6	+3 8	o. d. II	4	8	3	+0.149	−321.56	+0.24	−320.76		
									[−319″60]		
									−319″75		
									−5′ 19″75		

1) Wie Anmerkung 1) der Decl.-Diff. 49 — 5.

53 — 26

$m = 8.4$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.06$

88 Dec. 8	$+2^h\ 5^m$	u. h. II	4	1	7	-0^r918	−145°75	+0°10	−145″71
89 Jan. 14	+2 34	u. h. II	4	2	7	+1.045	−144.84	+0.15	−144.75
89 Jan. 15	+2 54	u. h. II	4	1	7	−0.871	−146.38	+0.14	−146.30
89 Febr. 13	+1 10	o. h. II	9	7	1	−1.002	−144.62	+0.17	−144.51
									−145″32
									−2′ 25″32

53 — 30

$m = 8.4$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.06$

85 Nov. 20	$+0^h 15^m$	o. h. II	5				+157″31	+0″15	+157″46
87 Jan. 8	+0 38	o. h. II	4				+157.57	+0.23	+157.80
88 Dec. 8	$+2^h 17^m$	u. h. II	4	7	1	-0^r011	+157°88	+0°28	+158″22
88 Dec. 27	+4 16	u. h. II	4	7	1	−0.059	+157.24	+0.36	+157.66
89 Jan. 15	+3 6	u. h. II	5	7	1	−0.042	+157.47	+0.34	+157.87
89 Febr. 13	+0 48	o. h. II	4	1	7	−0.100	+156.69	+0.31	+157.06
									+157″68
									+2′ 37″68

54 — 40

$m = 10.2$ $o - u = 0.43$ $d\sigma = 0.07$

86 Nov. 9	$+2^h 12^m$	u. d. II	4				+193″73	+0″18	+193″91
88 Dec. 14	$+2^h 38^m$	u. d. II	5	9	8	$+0^r450$	+193°55	+0°25	+193″44
88 Dec. 14	+2 25	u. d. II	5	9	8	+0.438	+193.39	+0.25	+193.28
89 Jan. 2	+3 55	u. d. II	5	8	7	−1.443	+194.26	+0.35	+194.25
89 Jan. 27	−2 1	u. d. II	4	9	8	+0.417	+193.11	+0.22	+192.97
89 Febr. 7	+0 36	o. d. II	4	8	9	+0.323	+191.85	+0.26	+192.61
									+193″41
									+3′ 13″41

54 — 48

$m = 10.2$ $o - u = 0.43$ $d\sigma = 0.07$

88 Dec. 14	$+2^h 15^m$	u. d. II	4	8	9	-0^r387	−182°26	−0°04	−182″80
89 Jan. 2	+4 4	u. d. II	4	8	9	−0.444	−181.68	−0.09	−182.27
89 Jan. 27	−2 12	u. d. II	4	8	9	−0.431	−181.77	0.00	−182.27
89 Febr. 7	+1 10	o. d. II	5	9	8	−0.400	−182.18	+0.02	−181.80
									−182″28
									−3′ 2″28

55 — 40

$m = 9.4$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.02$

85 Dec. 7	$-0^h 10^m$	o. h. II	5				− 43″03	−0″06	− 43″09
87 Jan. 8	−2 46	o. h. II	4				− 43.55	+0.03	− 43.52
88 Dec. 13	$-0^h\ 7^m$	u. h. II	4	1	3	-0^r686	− 42°74	+0°14	− 42″62
89 Jan. 13	+2 43	u. h. II	4	5	7	−0.470	− 44.23	+0.16	− 44.09
89 Jan. 27	−2 6	u. d. II	4	5	7	−0.530	− 43.43	+0.12	− 43.33
89 Febr. 7	−0 1	o. d. II	4	7	5	−0.486	− 43.92	+0.18	− 43.76
89 Febr. 13	−0 16	o. h. II	4	4	2	−0.606	− 43.23	+0.18	− 43.07
									− 43″35

55 — 44

$m = 9.4 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.10$

88 Dec. 13	$+0^h 14^m$	u. h. II	4	8	5	$+0^r.162$	+266″25	+0″26	+266″61
89 Jan. 13	+2 49	u. h. II	4	8	5	+0.266	+267.64	+0.34	+268.08
89 Febr. 7	−0 16	o. d. II	4	5	8	+0.163	+266.26	+0.28	+266.64
89 März 4	+2 15	o. d. II	5	6	8	+0.052	+266.47	+0.31	+266.88
									+267″05
									+4′ 27″05

55 — 48

$m = 9.4 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.16$

89 Jan. 27	$-2^h 17^m$	u. d. II	4	6	9	$-0^r.433$	−418″96	+0″40	−418″72
89 Febr. 13	+0 0	o. h. II	5	9	6	−0.511	−419.71	+0.37	−419.50
									−419″11
									−6′ 59″11

56 — 26

$m = 11.3 \quad o - u = 0.89 \quad d\sigma = 0.07$

87 Jan. 26	$-1^h 34^m$	o. d. II	4				−188″93	+0″04	−188″89
88 Dec. 27	$+3^h 3^m$	u. d. II	4	7	8	$-1^r.867$	−188″58	+0″11	−189″43
88 Dec. 30	−0 35	u. d. II	4	7	8	−1.931	−187.73	+0.14	−188.55
89 Jan. 2	+3 32	u. d. II	5	8	9	+0.027	−187.89	+0.14	−188.71
89 März 4	−0 32	o. d. II	4	9	8	+0.155	−189.60	+0.23	−188.55
									−188″83
									−3′ 8″83

56 — 30

$m = 11.3 \quad o - u = 0.89 \quad d\sigma = 0.04$

87 Jan. 21	$-1^h 0^m$	o. d. II	4				+114″55	+0″38	+114″93
87 Jan. 26	−1 43	o. d. II	4				+114.79	+0.22	+115.01
88 Dec. 30	$-0^h 19^m$	u. d. II	4	7	3	$+0^r.652$	+114″73	+0″30	+114″18
89 Jan. 2	+3 44	u. d. II	5	7	3	+0.747	+116.01	+0.40	+115.56
89 März 4	−0 23	o. d. II	4	3	7	+0.533	+113.14	+0.35	+114.42
									+114″82
									+1′ 54″82

57 — 26

$m = 8.9 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.00$

89 Jan. 3	$+2^h 40^m$	u. h. II	5	6	7	$-1^r.122$	− 10″45	+0″39	− 10″06
89 Jan. 5	−2 21	u. d. II	4	7	7	−0.760	− 10.17	+0.39	− 9.78
89 Jan. 6	+3 22	u. d. II	4	7	7	−0.745	− 9.97	+0.39	− 9.58
89 Febr. 13	+1 27	o. h. II	5	7	6	−1.233	− 8.96	+0.40	− 8.56
									− 9″49

57 — 30

$m = 8.9 \quad o - u = 0.00 \quad d\sigma = 0.11$

89 Jan. 3	$+2^h 50^m$	u. h. II	5	8	4	$-0^r.001$	+293″07	+0″60	+293″78
89 Jan. 5	+0 27	u. d. II	4	8	4	−0.011	+292.93	+0.54	+293.58
89 Jan. 6	+3 34	u. d. II	4	8	4	+0.022	+293.37	+0.64	+294.12
89 Febr. 13	+0 53	o. h. II	4	4	8	−0.076	+292.06	+0.54	+292.71
									+293″55
									+4′ 53″55

58 — 26

$m = 10.5$ $o - u = 0.55$ $d\sigma = 0.03$

88 Dec. 27	+3ʰ17ᵐ	u. d. II	5	4 7	+0ʳ019	− 79°77	+0°29	− 80″06	
89 Jan. 5	−2 4	u. d. II	4	4 7	+0.113	− 81.03	+0.38	− 81.23	
89 Jan. 6	+3 11	u. d. II	4	4 7	+0.093	− 80.76	+0.37	− 80.97	
89 März 4	+0 43	o. d. II	4	7 4	+0.158	− 81.64	+0.40	− 80.72	
								− 80″74	
								−1′ 20″74	

58 — 30

$m = 10.5$ $o - u = 0.55$ $d\sigma = 0.08$

88 Dec. 27	+0ʰ58ᵐ	u. d. II	6	8 7	+0ʳ551	+220°93	+0°46	+220″92	
89 Jan. 5	+0 11	u. d. II	5	8 7	+0.625	+221.92	+0.53	+221.98	
89 Jan. 6	+2 57	u. d. II	5	8 7	+0.661	+222.41	+0.57	+222.51	
89 März 4	+0 53	o. d. II	4	7 8	+0.511	+220.40	+0.52	+221.55	
								+221″74	
								+3′ 41″74	

59 — 30

$m = 9.2$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.03$

88 Dec. 25	−2ʰ 2ᵐ	u. d. II	5	4 7	−0ʳ059	− 78°73	+0°31	− 78″45	
89 Jan. 3	+3 4	u. h. II	5	4 7	−0.055	− 78.79	+0.42	− 78.40	
89 Jan. 5	−0 16	u. d. II	4	4 7	+0.093	− 80.76	+0.43	− 80.36	
89 Jan. 6	+3 47	u. d. II	5	4 7	−0.065	− 78.65	+0.40	− 78.28	
89 Febr. 13	+0 39	o. h. II	4	7 4	−0.056	− 78.78	+0.45	− 78.36	
								− 78″77	
								−1′ 18″77	

59 — 48

$m = 9.2$ $o - u = 0.00$ $d\sigma = 0.17$

89 Jan. 5	+2ʰ11ᵐ	u. d. II	5	9 5	+0ʳ148	+453°59	+0°64	+454″37	
89 Jan. 6	+4 0	u. d. II	5	9 5	+0.080	+452.68	+0.80	+453.65	
89 Jan. 15	+3 22	u. h. II	5	9 5	+0.158	+453.67	+0.69	+454.53	
89 Febr. 13	0 0	o. h. II	8	6 9	+0.978	+454.01	+0.54	+454.72	
								+454″32	
								+7′ 34″32	

60 — 30

$m = 12.6$ $o - u = 1.43$ $d\sigma = 0.06$

87 Jan. 26	−1ʰ12ᵐ	o. d. II	3			−145″15	+0″22	−144″93	[1]
87 Jan. 27	−1 31	o. d. II	4			−144.86	+0.21	−144.65	[1]
88 Dec. 27	−0ʰ 1ᵐ	u. d. II	5	1 7	−1ʳ012	−144°81	+0°33	−145″97	
88 Dec. 29	+0 31	u. d. III	4	1 7	−0.933	−145.55	+0.33	−146.71	
89 Jan. 2	−1 43	u. d. II	5	1 7	−0.965	−145.12	+0.43	−146.18	
89 März 7	+3 1	o. d. II	4	6 1	+1.031	−146.36	+0.41	−144.58	
								−145″50	
								−2′ 25″50	

1) * 60 kaum zu sehen.



60 — 48

$m = 12.6 \qquad o - u = 1.43 \qquad d\sigma = 0.15$

88 Dec. 27	+2^{h}36^m	u. d. II	5	8 1	+1^{s}177	+387^{r}34	+0^{r}53	+386″59
88 Dec. 29	+0 46	u. d. III	5	9 7	−1.185	+385.23	+0.49	+384.44 [1]) ½
89 Jan. 2	−1 29	u. d. II	5	9 7	−0.992	+387.77	+0.57	+387.06
89 März 7	+3 51	o. d. II	6	1 8	+0.930	+384.03	+0.70	+386.31
								[+386″10]
								+386″34
								+6′ 26″34

1) Schlechte Beobachtung.

61 — 4

$m = 9.7 \qquad o - u = 0.22 \qquad d\sigma = 0.12$

88 Dec. 7	+0^{h}45^m	u. d. II	6	8 2	−1^{s}377	+326^{r}00	+0^{r}29	+326″19
88 Dec. 8	−1 24	u. h. II	4	8 3	+0.629	+327.99	+0.29	+328.18
88 Dec. 10	−1 5	u. h. II	4	8 2	−1.271	+327.41	+0.29	+327.60
88 Dec. 13	−2 17	u. h. II	5	8 3	+0.614	+327.79	+0.32	+328.01
								+327″49
								+5′ 27″49

61 — 49

$m = 10.6 \qquad o - u = 0.59 \qquad d\sigma = 0.08$

88 Dec. 10	+0^{h}50^m	u. h. II	4	7 8	−0^{s}478	+207^{r}17	−0^{r}12	+206″54
88 Dec. 14	−1 7	u. d. II	4	7 8	−0.580	+205.80	−0.12	+205.17
								+205″85
								+3′ 25″85

61 — 52

$m = 10.8 \qquad o - u = 0.68 \qquad d\sigma = 0.08$

88 Dec. 14	−0^{h}58^m	u. d. II	4	7 8	+0^{s}007	+213^{r}65	−0^{r}15	+212″90
88 Dec. 25	+0 10	u. d. II	5	7 8	−0.026	+213.21	−0.16	+212.45
88 Dec. 25	+0 25	u. d. II	4	7 8	−0.029	+213.17	−0.16	+212.41
								+212″59
								+3′ 32″59

Die Grössenschätzungen wurden mit ganz wenigen Ausnahmen während der Declinations-Messungen angestellt. Sie wurden möglichst an die Schätzungen der DM. angeschlossen, indem anfangs die Grössen der Hauptsterne, wie sie in der DM. angegeben sind, gemerkt und von ihnen ausgehend weiter geschätzt wurde. Jeder Stern, von den öfters beobachteten Hauptsternen abgesehen, wurde durchschnittlich an 4.6 Abenden geschätzt. Da dies aber in sehr verschiedenen Stundenwinkeln geschehen war, wurden die direct erhaltenen Grössen nach der Seidel-Scala wegen Extinction corrigirt. Dann wurden die verschiedenen Werthe für einen Stern gemittelt und die Abweichungen der Einzelschätzungen von dem Mittel ge-

bildet. Diese Abweichungen wurden für die einzelnen Tage zusammengestellt, um zu untersuchen, ob die Schätzungen einzelner Tage in Folge abnormer Witterungsverhältnisse oder wegen Verschiedenheit der persönlichen Auffassung einer Correction bedurften. Dies zeigte sich jedoch nirgends; die einzige Tages-Correction, die auf einige Sicherheit Anspruch machen kann, ergab sich für 1889 Januar 4 im Betrage von — $0^m.2 \pm 0^m.04$. Da aber nur 6 Schätzungen von diesem Tage vorlagen, wurde Abstand genommen, sie anzubringen. — Die Sterne wurden dann in 3 Grössen-Abtheilungen getrennt: Abtheilung I enthält die Grössen $7^m.0$ bis $8^m.9$, Abtheilung II $9^m.0$ bis $10^m.9$, Abtheilung III $11^m.0$ bis $13^m.5$. Die mittleren Fehler der Grössenschätzungen wurden nun nach den 3 Abtheilungen getrennt berechnet. Es ergiebt sich

für die Abth.	als m. F. einer Schätzung	als m. F. des Mittels	Anzahl
I	$\pm 0^m.17$	$\pm 0^m.07$	6.2
II	±0.27	±0.12	4.9
III	±0.47	±0.21	5.1

Die vierte Columne giebt die durchschnittliche Anzahl der zum Mittel vereinigten Schätzungen.

Anderen Schätzungen gegenüber werden die hier gegebenen, besonders die der Abtheilung III, zu niedrig sein, d. h. sie müssten mit einem Factor kleiner als 1 multiplicirt werden, um auf die gewöhnliche Grössen-Scala gebracht zu werden. Stern 31 ist vielleicht ganz falsch eingeschätzt worden; seine Nähe an Stern 30 beeinflusste die Schätzung, und da er in hellem Felde, besonders bei Anwendung von rothem Lichte, eher sichtbar war als Sterne, die bei dunklem Felde für heller als er gehalten wurden, ist es möglich, dass die für ihn angegebene Grösse 11.0 bedeutend zu niedrig ist. Eine rothe Färbung, die seine grössere Helligkeit bei rothem Lichte erklärlich machte, wurde an ihm nicht bemerkt. Stern 61 ist überhaupt nicht geschätzt worden. Die für ihn angeführte Grösse ist die von Herrn Dr. PETER gegebene.

Zur Vergleichung folgt hier noch eine Zusammenstellung der Grössen für Sterne, die in der DM. aufgeführt sind, und einiger, die bei Gelegenheit der Leipziger Zonenbeobachtungen von Herrn Dr. PETER geschätzt wurden, mit den hier behandelten.

1	2	3	4	5	6	7
1	1328	8.3	8.4	8.6	−0.3	−0.2
4	1329	9.5		9.7	−0.2	
5	1331	8.5	8.4	8.4	+0.1	0.0
8	1333	8.7	8.3	8.7	0.0	−0.4
10	1334	8.2	8.3	8.3	−0.1	0.0
14	1337	9.2		9.6	−0.4	
20	1339	9.5		9.6	−0.1	
22	1340	9.4		9.9	−0.5	
24	1341	9.2	8.8	9.0	+0.2	−0.2
26	1342	9.4		9.4	0.0	
28	1343	9.4		10.0	−0.6	
30	1344	8.1	8.1	8.1	0.0	0.0
32	1345	7.0	7.5	7.4	−0.4	+0.1
35	1346	9.0	8.5	9.0	0.0	−0.5
39	1347	9.4		9.1	+0.3	
40	1348	8.7	8.4	8.9	−0.2	−0.5
48	1352	9.4		9.2	+0.2	
53	1356	9.1	8.6	8.4	+0.7	+0.2
55	1357	9.4		9.4	0.0	
57	1358	9.5		8.9	+0.6	
59	1359	9.3		9.2	+0.1	

Die Columnen enthalten der Reihe nach: die bei dieser Vermessung dem Stern gegebene Nummer, die Nummer in der DM., die Grösse der DM., die Grösse in den Leipziger Zonen, meine Grössenschätzung, die Differenz: Columne 3 minus Columne 5, die Differenz: Columne 4 minus Columne 5. Die Abweichungen von den Grössenclassen in der DM. springen hin und her; das Mittel der Werthe in der letzten Columne ist — 0^m15, es bestätigt also die oben aufgestellte Behauptung bezüglich der hier vorliegenden Schätzungen, so weit sich aus so wenigen Zahlen ein Schluss ziehen lässt. — Variable Sterne scheint der Sternhaufen nicht zu enthalten.

Die hier benutzte Eintheilung der Sterne in 3 Abtheilungen ist auch weiterhin beibehalten worden bei Berechnung der mittleren Fehler. Ehe die Werthe für die einzelnen Beobachtungs-Abende zu einem Gesammt-Mittel vereinigt wurden, wurden die mittleren Fehler einer Einzel-Differenz aus den Abweichungen der einzelnen Messungen von ihrem Abendmittel berechnet, und zwar nicht nur gesondert nach den oben eingeführten 3 Grössen-Abtheilungen, sondern es

wurden noch Unterabtheilungen dadurch erhalten, dass die Sternpaare zusammengefasst wurden, je nachdem beide Sterne derselben oder verschiedenen Grössen-Abtheilungen zugehörten. Man erhält so folgende Gruppen, die sich sofort aus ihrer Bezeichnung erklären:

I I, I II, II II, I III, II III.

Die Abtheilung III III kommt nicht vor, da die Hauptsterne alle heller sind als 11ᵐ0. Folgendes Tableau giebt die mittleren Fehler einer gemessenen Differenz für Beobachtungen bei dunklem Felde und mit 193-facher Vergrösserung. Mit dieser Beleuchtungsart und Vergrösserung sind die meisten Beobachtungen angestellt worden.

Abtheil.	AR. m. F.	AR. Anzahl d. Beob.	Decl. m. F.	Decl. Anzahl d. Beob.
I I	±0ˢ127	187	±0″70	75
I II	±0.132	1111	±0.84	972
II II	±0.144	656	±0.85	515
I III	±0.161	598	±1.08	428
II III	±0.174	652	±1.27	414

Es ist hier die Zunahme des mittleren Fehlers mit der Abnahme der Helligkeit deutlich ausgesprochen. — Der Einfluss der Vergrösserung ergiebt sich aus Folgendem: Fasst man die AR.-Beobachtungen der Sterne der Abtheilungen I I, I II, II II einerseits zusammen, andrerseits die der Abtheilungen I III und II III, so erhält man als mittlere Fehler für (I II) ± 0ˢ136, für (III) ± 0ˢ168 bei der Vergrösserung 193, dagegen für (I II) ± 0ˢ139, für (III) ± 0ˢ227 bei Anwendung der Vergrösserung 144. Die Beobachtungen schwacher Sterne mit der schwächeren Vergrösserung sind also bedeutend ungenauer, als die mit der stärkeren Vergrösserung angestellten. Bei der Mittelbildung wurde daher AR.-Messungen von Sternen schwächer als 11ᵐ0 mit der Vergrösserung 144 das Gewicht ½ gegeben. Die 288-fache Vergrösserung wurde bei Declinations-Messungen schwächerer Sterne oft gebraucht. Fasst man hier die Abtheilungen I III, II III in eine zusammen, so findet sich für diese Abtheilung (III) als mittleren Fehler einer Differenz ± 1″12 bei Vergrösserung 193, dagegen bei Vergrösserung 288 ± 1″03. Der Unterschied zwischen beiden Fehlern ist zu unbedeutend, um deswegen eine Gewichtsänderung eintreten zu lassen. — Die AR.-Messungen sind mit wenigen Ausnahmen bei dunklem Felde angestellt worden; dagegen wurde bei

244 Decl.-Messungen von Sternen der Abtheilung (I II) Feldbeleuchtung angewendet. Aus diesen berechnet sich der mittlere Fehler einer Differenz zu $\pm 0''86$, während sich aus den Messungen bei dunklem Felde für diese Abtheilung $\pm 0''84$ ergiebt. Die verschiedene Beleuchtung hat also auf die Messungen keinen Einfluss.

Zur Vergleichung folgen hier die mittleren Fehler einer Messung bei einigen andern Beobachtern, wie sie dieselben entweder selbst angegeben haben, oder wie sie sich aus den von ihnen angeführten wahrscheinlichen Fehlern berechnen.

		9^m-10^m	10^m-11^m	11^m-13^m
Schultz, 20 Vulpec.	AR.	$0^s.094$	$0^s.096$	$0^s.121$
	Decl.	$0''.31$	$0''.33$	$0''.54$
		$m<9.5$	$m>9.5$	
Valentiner [1]), G. C. 4410. .	AR.	$0^s.092$	$0^s.133$	
	Decl.	$0''.55$	$0''.65$	
Helmert, Scutum Sobiesky AR. $\pm 0^s.189$, Decl. $\pm 1''.34$				
		$m<10$	$m>10$	
Rebeur-Paschwitz [2]), G. C. 4360	AR.	$0^s.086$	$0^s.112$	
	Decl.	$0''.43$	$0''.62$	

Mit Ausnahme von Helmert ist der mittlere Fehler bei allen Beobachtern bedeutend kleiner als bei mir. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, dass man eigentlich die mittleren Fehler in Rectascension noch auf den Aequator beziehen müsste, um sie mit einander vergleichen zu können, dass man also der höheren Declinationen der betreffenden Sternhaufen halber die Werthe von Schultz und Rebeur noch mit einem Factor kleiner als 1 multipliciren müsste. Als Hauptursachen für die Grösse des mittleren Fehlers bei meinen Beobachtungen erachte ich die ungünstigen Witterungsverhältnisse während der letzten Beobachtungsreihe, und ferner den Umstand, dass die Beobachtungen sehr beeilt werden mussten, weil das Instrument im Frühjahr abgebrochen werden sollte. Die Beobachtungen wurden daher so lange als möglich bei grösstmöglichster Beschleunigung der Einstellungen ausgedehnt. Hierdurch wurden die Augen sehr ermüdet, was sich hauptsächlich darin zeigte, dass die hellen Mikrometer-

---

1) Valentiner, Astronomische Beobachtungen auf der Grossherz. Sternwarte zu Mannheim, III. Abtheilung.

2) Veröffentlichungen der Grossherz. Sternwarte zu Karlsruhe, Heft III.

fäden nicht mehr als schmale Lichtlinien, sondern streifenmässig erschienen.

Die Beobachtungen verschiedener Abende für dasselbe Sternpaar wurden — ausgenommen diejenigen Abendwerthe, denen das Gewicht $\frac{1}{2}$ beigelegt wurde, nämlich 1) den mit der Vergrösserung 144 gemessenen Differenzen von Sternpaaren der Abtheilung (III), 2) solchen Abendwerthen, die erheblich von den andern abweichen, und deren Abweichungen durch Bemerkungen ihre Erklärung finden — als gleichwerthig angesehen, d. h. es wurde angenommen, dass die Genauigkeit eines Abendwerthes sich nicht erheblich verändere, wenn das Abendmittel auch auf einigen Messungen mehr oder weniger als 8 für AR. und 4 für Decl. beruhte. Die AR.-Messungen konnten ohne Weiteres gemittelt werden, da sich ein Unterschied zwischen den beiden entgegengesetzten Lagen des Positionskreises in den Beobachtungen nicht zeigte. Die Differenz »links minus rechts« erreichte ihren grössten und sichersten Werth für Sternpaare von positiver AR.- und negativer Decl.-Differenz, nämlich — 0ˢ012 ± 0ˢ009 (aus 48 Sternpaaren). Alle übrigen Combinationen von Sternpaaren, sowohl der gegenseitigen Lage als auch der Helligkeit nach, ergaben noch bedeutend unsicherere Zahlen. Es wäre auch dieser Unterschied in AR. von geringem Einfluss auf das Endresultat gewesen, da die neueren Messungen, abgesehen von denen der Hauptsterne, ziemlich gleichmässig über beide Lagen vertheilt sind. Die älteren AR.-Messungen sind allerdings nur bei »Schraube oben« vorgenommen worden.

Anders verhält es sich bei den neueren Declinations-Messungen. Hier springt sofort bei den Angaben der Columne 7 in Tabelle 9 der starke Unterschied der Messungen bei »Schraube oben« und bei »Schraube unten« in die Augen und seine Zunahme mit *m*. Ausserdem ist durchaus nicht gleich oft in beiden Lagen beobachtet worden. Tabelle 10 enthält die Differenzen *o* — *u* für die einzelnen Sternpaare, wie sie sich aus der Differenz der Mittel in beiden Lagen ergeben, nachdem die Abendresultate mit der Summe der Correctionen in Columne 8 verbessert sind. Columne 1 enthält die Bezeichnung des Sternpaares, Columne 2 die Grösse des angeschlossenen Sternes, Columne 3 den Betrag *o* — *u*, Columne 4 die Anzahl der Beobachtungen bei jeder Schraubenlage und Columne 5 das Gewicht

der betreffenden Differenz. Dieses wurde aus den Angaben der Columne 4 nach bekannter Formel berechnet, indem jeder Abendwerth das Gewicht 1 erhielt.

Tabelle 10.

*	*	Grösse	o — u	Anzahl		P	*	*	Grösse	o — u	Anzahl		P
4	47	12ᵐ8	−0ᵐ78	1	2	0.7	30	25	11ᵐ9	−0ᵐ84	2	3	1.2
4	49	10.6	−1.40	1	3	0.7	30	28	10.0	−0.27	1	3	0.7
4	52	10.8	−0.20	1	3	0.7	30	29	11.7	−2.11	2	4	1.3
5	4	9.7	−1.33	3	4	1.7	30	31	11.0	−0.47	2	2	1.0
5	49	10.6	−1.42	2	2	1.0	30	36	11.0	−0.65	2	3	1.2
5	52	10.8	−2.12	2	2	1.0	30	39	9.1	−0.26	1	3	0.7
10	4	9.7	−1.06	3	6	2.0	30	41	12.9	−3.17	3	3	1.5
10	26	9.4	+0.30	3	7	2.1	30	43	12.1	−2.92	3	3	1.5
10	8	8.7	−0.08	1	3	0.7	30	42	9.9	−1.89	2	3	1.2
10	11	11.0	−1.46	1	3	0.7	30	46	11.7	−2.42	1	3	0.7
10	20	9.6	+0.35	1	3	0.7	30	50	10.6	−1.35	1	3	0.7
10	27	9.9	−1.29	1	3	0.7	30	51	12.2	−4.75	2	2	1.0
10	35	9.0	+0.36	1	3	0.7	30	53	8.4	−0.86	1	3	0.7
10	45	9.9	−1.04	1	4	0.8	30	56	11.3	−1.35	1	3	0.7
10	47	12.8	−2.94	2	3	1.2	30	57	8.9	−1.12	1	3	0.7
10	15	10.2	−2.10	2	3	1.2	30	58	10.5	−1.35	1	3	0.7
10	6	11.4	−2.21	1	1	0.5	30	59	9.2	+0.51	1	4	0.8
26	8	8.7	−0.25	1	3	0.7	30	60	12.6	−1.15	1	3	0.7
26	11	11.0	−1.69	1	4	0.8	30	14	9.6	+0.29	1	3	0.7
26	12	11.8	−2.20	1	3	0.7	48	1	8.6	+0.70	2	3	1.2
26	15	10.2	−0.35	1	3	0.7	48	2	10.5	−0.86	1	3	0.7
26	20	9.6	+1.23	1	3	0.7	48	3	12.6	−4.45	2	3	1.2
26	27	9.9	−0.08	1	3	0.7	48	7	11.0	−0.38	2	3	1.2
26	35	9.0	+0.61	1	3	0.7	48	9	10.1	+0.94	1	3	0.7
26	39	9.1	+0.20	1	3	0.7	48	13	9.8	−0.80	2	3	1.2
26	45	9.9	−1.89	1	3	0.7	48	16	10.6	+0.14	2	2	1.0
26	53	8.4	+1.08	1	3	0.7	48	18	10.7	−1.82	2	3	1.2
26	56	11.3	−1.43	1	3	0.7	48	21	9.4	+0.18	1	3	0.7
26	57	8.9	+1.25	1	3	0.7	48	23	9.9	−0.72	1	3	0.7
26	58	10.5	−1.04	1	3	0.7	48	24	9.0	+0.37	2	3	1.2
26	22	9.9	+0.31	2	2	1.0	48	28	10.0	−1.07	1	3	0.7
26	25	11.9	−3.51	2	2	1.0	48	29	11.7	−1.87	2	4	1.3
26	17	10.7	−2.03	1	3	0.7	48	31	11.0	−0.80	1	3	0.7
26	6	11.4	−1.68	1	4	0.8	48	33	13.2	−4.00	2	3	1.2
26	51	12.2	−4.80	3	2	1.2	48	36	11.0	−1.63	1	4	0.8
30	3	12.6	−3.89	2	3	1.2	48	41	12.9	−3.44	2	3	1.2
30	6	11.4	−2.08	2	2	1.0	48	42	9.9	−1.09	2	3	1.2
30	7	11.0	−1.88	1	1	0.5	48	43	12.1	−2.40	2	3	1.2
30	9	10.1	+0.84	4	3	1.7	48	50	10.6	−1.71	3	2	1.2
30	13	9.8	−0.39	2	2	1.0	48	54	10.2	−0.21	1	3	0.7
30	17	10.7	−1.47	1	4	0.8	48	59	9.2	+0.54	1	3	0.7
30	18	10.7	−1.17	2	3	1.2	48	60	12.6	−2.58	1	3	0.7
30	21	9.4	+0.11	1	3	0.7	48	55	9.4	−0.78	1	1	0.5
30	22	9.9	−0.56	1	3	0.7	40	1	8.6	−0.47	2	3	1.2
30	24	9.0	−0.03	2	3	1.2	40	2	10.5	−1.99	2	3	1.2

*	*	Grösse	o — u	Anzahl		P	*	*	Grösse	o — u	Anzahl		P
40	7	11ᵐ0	−1″30	4	2	1.3	40	54	10ᵐ2	−1″73	1	4	0.8
40	16	10.6	−1.74	2	3	1.2	40	55	9.4	−0.06	2	3	1.2
40	19	10.4	+0.12	1	3	0.7	40	14	9.6	−0.35	1	4	0.8
40	23	9.9	+0.34	2	3	1.2	44	19	10.4	−0.13	1	3	0.7
40	33	13.2	−4.55	3	2	1.2	44	34	9.8	−0.43	1	3	0.7
40	34	9.8	−0.01	1	3	0.7	44	37	12.2	−3.17	3	3	1.5
40	37	12.2	−1.49	3	4	1.7	44	38	12.8	−1.92	3	3	1.5
40	38	12.8	−0.83	3	3	1.5	44	55	9.4	−0.58	2	2	1.0

Da der Unterschied *o* — *u* am augenfälligsten bei Beobachtungen schwacher Sterne mit geringer AR.-Differenz vom Hauptstern, wie 25 — 26, 37 — 40 etc., auftrat, so wurde zuerst angenommen, dass die Ursache zu diesem systematischen Fehler in einer geringen Drehung des Fernrohres um die Declinations-Axe nach unten liege, die einträte, wenn es nach der Beobachtung des vorangehenden Sternes mittelst der Schnur zur Beobachtung des folgenden herangezogen wurde, eine Manipulation, die bei Sternen von grosser oder geringer AR.-Differenz, hauptsächlich aber bei schwachen Sternen wegen der mühsamen Einstellung immer angewendet wurde. Jedoch ist diese Annahme nicht richtig: denn dann müsste die Differenz bei Sternpaaren mit sehr grossem oder sehr kleinem AR.-Unterschied am stärksten auftreten, dagegen bei mittleren ganz verschwinden. Als aber die Unterschiede nach den AR.-Differenzen geordnet wurden, zeigte sich das nicht. Die Mittelwerthe *o* — *u* für die Sternpaare mit AR.-Differenzen von 0^s bis 30^s, 30^s bis 60^s, 60^s bis 90^s haben genau denselben Betrag: — 1″09. Ferner spricht noch gegen obige Annahme der Umstand, dass, als vom 28. Februar 1889 ab die Schnur nicht mehr zur Bewegung des Instrumentes zwischen zwei zusammengehörigen Beobachtungen benutzt wurde, sondern die beiden Sterne abwechselnd an 2 verschiedenen Stundenfäden beobachtet wurden, bei diesen Messungen sich dennoch der Unterschied zwischen beiden Schraubenlagen zeigte.

Tabelle 11.

Sternpaar		o — u	Grösse	Beob.-Rechn.	Sternpaar		o — u	Grösse	Beob.-Rechn.
53	30	−0″86	8.4	−0″86	8	26	−0.25	8ᵐ7	−0″25
53	26	+1.08	8.4	+1.08	57	30	−1.12	8.9	−1.12
1	48	+0.70	8.6	+0.70	57	26	+1.25	8.9	+1.25
1	40	−0.47	8.6	−0.47	35	10	+0.36	9.0	+0.36
8	10	−0.08	8.7	−0.08	35	26	+0.61	9.0	+0.61

Sternpaar	o — u	Grösse	Beob.-Rechn.
24 30	−0″.03	9.0	−0″.03
24 48	+0.37	9.0	+0.37
39 26	+0.20	9.1	+0.20
39 30	−0.26	9.1	−0.26
48 30	−0.44	9.2	−0.44
48 40	+0.32	9.2	+0.32
59 30	+0.51	9.2	+0.51
59 48	+0.54	9.2	+0.54
26 10	−0.55	9.4	−0.55
26 30	+0.46	9.4	+0.46
21 30	+0.11	9.4	+0.11
21 48	+0.18	9.4	+0.18
55 48	−0.78	9.4	−0.78
55 40	−0.06	9.4	−0.06
55 44	−0.58	9.4	−0.58
44 40	−1.05	9.6	−1.05
44 32	−1.18	9.6	−1.18
20 10	+0.35	9.6	+0.35
20 26	+1.23	9.6	+1.23
13 48	+0.29	9.6	+0.29
14 40	−0.35	9.6	−0.35
4 5	−1.33	9.7	−0.89
4 10	−1.01	9.7	−0.57
13 30	−0.39	9.8	+0.13
13 48	−0.80	9.8	−0.28
34 40	−0.01	9.8	+0.51
34 44	−0.43	9.8	+0.09
27 10	−1.29	9.9	−0.69
45 10	−1.04	9.9	−0.44
27 26	−0.08	9.9	+0.52
45 26	−1.89	9.9	−1.29
22 26	+0.41	9.9	+1.01
22 30	−0.56	9.9	+0.04
42 30	−1.89	9.9	−1.29
23 48	−0.72	9.9	−0.12
42 48	−1.10	9.9	−0.50
23 40	+0.34	9.9	+0.94
28 30	−0.27	10.0	+0.41
28 48	−1.07	10.0	−0.39
9 30	+0.84	10.1	−1.60
9 48	−0.94	10.1	−0.18
15 26	−0.35	10.2	+0.51
15 26	−2.10	10.2	−1.24
54 48	−0.21	10.2	+0.65
54 40	−1.73	10.2	−0.87
19 40	+0.12	10.4	+1.14
19 30	−0.13	10.4	+0.89
58 26	−1.07	10.5	+0.03
58 30	−1.35	10.5	−0.25
2 48	−0.86	10.5	+0.24
2 40	−1.99	10.5	−0.89

Sternpaar	o — u	Grösse	Beob.-Rechn.
49 5	−1″.42	10.6	−0″.24
49 4	−1.40	10.6	−0.22
50 30	−1.35	10.6	−0.17
16 48	+0.14	10.6	+1.32
50 48	−1.71	10.6	−0.53
16 40	−1.74	10.6	−0.56
17 26	−2.03	10.7	−0.75
17 30	−1.47	10.7	−0.19
18 30	−1.17	10.7	+0.11
18 48	−1.82	10.7	−0.54
52 5	−2.12	10.8	−0.76
52 4	−0.20	10.8	+1.16
11 10	−1.46	11.0	+0.06
11 26	−1.69	11.0	−0.17
31 30	−0.47	11.0	+1.05
36 30	−0.65	11.0	+0.87
7 30	−1.88	11.0	−0.36
7 48	−0.38	11.0	+1.14
31 48	−0.80	11.0	+0.72
36 48	−1.63	11.0	−0.11
7 40	−1.30	11.0	+0.22
56 26	−1.43	11.3	+0.35
56 30	−2.23	11.3	−0.45
6 26	−1.68	11.4	+0.18
6 10	−2.41	11.4	−0.55
6 30	−2.12	11.4	−0.26
29 30	−2.11	11.7	+0.05
46 30	−2.42	11.7	−0.30
29 48	−1.92	11.7	−0.20
12 26	−2.20	11.8	0.00
25 26	−3.51	11.9	−1.23
25 30	−0.84	11.9	+1.44
43 30	−2.92	12.1	−0.48
43 48	−2.40	12.1	+0.03
51 26	−4.80	12.2	−2.26
51 30	−4.75	12.2	−2.21
37 40	−1.49	12.2	+1.05
37 44	−3.17	12.2	−0.63
3 30	−3.89	12.6	−1.03
60 30	−1.15	12.6	+1.71
3 48	−4.45	12.6	−1.59
60 48	−2.58	12.6	+0.28
47 4	−0.78	12.8	+2.26
47 10	−2.94	12.8	+0.10
38 40	−0.83	12.8	+2.21
38 44	−1.92	12.8	+1.12
41 30	−3.17	12.9	−0.05
41 48	−3.44	12.9	−0.32
33 48	−4.00	13.2	−0.62
33 40	−4.70	13.2	−1.32

Stellt man, wie es in Tabelle 11 geschehen ist, diese Differenzen geordnet nach der Helligkeit des angeschlossenen Sternes zusammen, so zeigt sich deutlich die Abhängigkeit dieses Fehlers von der Grössenclasse, und ich glaube auch den Grund für ihren Zusammenhang angeben zu können. Der Unterschied ist, wie sich aus dem Wechsel des Vorzeichens bei helleren Sternpaaren schliessen lässt, gleich Null für hellere Sterne und am grössten für die schwachen. Für letztere geschah die Messung immer, für die ersteren zum grössten Theil bei hellen Fäden. Die dunkeln Fäden wurden nur vereinzelt angewendet. Die hellen Fäden werden nun überhaupt nicht als scharfe Lichtlinien gesehen, sondern immer als feine Streifen, bei der Beschaffenheit meiner Augen verbreiterten sich aber diese Streifen bedeutend, wenn ich eine Zeit lang beobachtet hatte. Diese Verbreiterung hatte nun bei Beobachtung von helleren Sternen keinen Einfluss auf die Einstellung; den hellen Stern sah ich noch hinter dem Streifen, bei den hellsten erschien mir sogar im Moment der Bisection der Faden schwarz auf hellem Grunde, wie bei der Feldbeleuchtung. Ich werde also hier die Bisection des Sternes jedenfalls genau haben durchführen können. Die schwachen Sterne verschwinden aber hinter den hellen Fäden, die schwächsten vielleicht schon ehe sie den Faden wirklich erreicht haben in Folge einer Contrastwirkung. Ich werde also schwache Sterne nicht wirklich bisecirt haben, sondern mit der Bewegung des Fadens auf den Stern zu aufgehört haben, ehe die Mitte des Fadens die Mitte des Sternes erreicht hatte, und zwar je eher, je schwächer der Stern war. Nimmt man nun z. B. den Fall eines Sternes, der nördlich vom Hauptstern steht. Die Bewegung der Schraube geschah immer nur in einem Sinne, dem wachsender Schrauben-Revolutionen, folglich wird bei »Schr. o.« die Declinations-Differenz zu klein, bei »Schr. u.« zu gross beobachtet worden sein; $o - u$ muss also negativ sein, da die Decl.-Differenz positiv ist. Bei Sternen südlich vom Hauptstern ist die δ-Differenz bei »Schr. u.« zu klein, bei »Schr. o.« zu gross beobachtet worden; $o - u$ ist also hier wieder negativ, da die Declinations-Differenz selbst das negative Vorzeichen hat. Der absolute Werth von $o - u$ muss aber in beiden Fällen um so grösser sein, je schwächer der angeschlossene Stern ist. — Um nun die Abendresultate von dem Einfluss dieses Fehlers zu befreien, wurde in folgender Weise vorgegangen. Die Differenzen in Tabelle 11

wurden in vier Gruppen der Helligkeit nach zusammengefasst, und für diese Gruppen der Mittelwerth gerechnet. Diese vier Werthe wurden dann nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen und so der Zusammenhang zwischen Grössenclasse und Grösse der Differenz $o-u$ ermittelt. Als günstigste Gruppirung erwies sich die in Tabelle 11 durch Horizontalstriche angedeutete. In folgender Zusammenstellung enthält die erste Columne die Gruppennummer, die zweite den dazu gehörigen Mittelwerth der Grössen, die dritte den mittleren Betrag der Correction $o-u$, die vierte die Anzahl der Bestimmungen, aus denen die Werthe der Col. III erhalten wurden, die fünfte den mittleren Fehler einer Bestimmung und die sechste den mittleren Fehler des Mittels.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	9ᵐ1	+0ʺ02	31	±0ʺ74	±0ʺ12	+0ʺ02	±0ʺ12
2	10.1	−0.79	36	±0.81	±0.14	−0.15	±0.13
3	11.0	−1.45	20	±0.61	±0.14	+0.09	±0.16
4	12.4	−2.77	24	±1.26	±0.26	−0.08	±0.24

Für die in Anwendung gebrachte Gruppirung war massgebend, dass, wie Tabelle 11 ausweist, bis zur Grösse 9.6 die Vorzeichen beständig wechseln, also als Mittelwerth für die Differenz $o-u$ hier vermuthlich 0 erhalten werden würde, und dass in diese erste Gruppe mit Ausnahme von Hauptstern 4 alle Hauptsterne fallen. Obige vier Gruppen geben folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} x + 9.1\,y &= +\,0''02 \\ x + 10.1\,y &= -\,0.79 \\ x + 11.0\,y &= -\,1.45 \\ x + 12.4\,y &= -\,2.77 \end{aligned}$$

und aus diesen erhält man die wahrscheinlichsten Werthe

$$\begin{aligned} x &= +\,7''698 \pm 0''344, \\ y &= -\,0''841 \pm 0''003. \end{aligned}$$

Der mittlere Fehler einer der obigen Gleichungen ist $\pm\,0''078$. Zur Berechnung der Correction $o-u$ habe ich also die Relation:

$$o - u = 7''698 - 0''841\,m.$$

Diese Gleichung giebt für Sterne bis zur 9.1 Grösse positive Werthe der Correction $o-u$, welche kaum reell sein können; denn

bei Sternen von dieser Helligkeit erschien der helle Faden als scharfe schwarze Linie über dem ihn passirenden Sternscheibchen. Die Bisection erfolgte hier also innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler genau. Es wurde daher an die Sterne der ganzen ersten Gruppe überhaupt keine Correction angebracht und erst die Declinations-Differenzen von Sternpaaren, deren angeschlossener Stern schwächer als $9^m.6$ ist, wurden um den aus untenstehendem Täfelchen[1]) entnommenen Werth verbessert. Die Correctionen sind erst von da ab auch wesentlich grösser als ihre mittleren Fehler. Das Täfelchen Nr. 12 giebt mit dem Argument m den Werth $\frac{o-u}{2}$, der mit $+$ oder $-$ anzubringen ist, je nachdem die Beobachtung in Lage oben oder unten geschehen ist. Die Beobachtungen werden also auf diese Weise auf eine ideelle Mittellage des Positions-Kreises reducirt.

Tabelle 12.

$9^m.7$	0".22	$11^m.5$	0".97
9.8	0.26	11.6	1.01
9.9	0.30	11.7	1.06
10.0	0.34	11.8	1.10
10.1	0.38	11.9	1.14
10.2	0.43	12.0	1.18
10.3	0.47	12.1	1.22
10.4	0.51	12.2	1.27
10.5	0.55	12.3	1.31
10.6	0.59	12.4	1.35
10.7	0.64	12.5	1.39
10.8	0.68	12.6	1.43
10.9	0.72	12.7	1.48
11.0	0.76	12.8	1.52
11.1	0.80	12.9	1.56
11.2	0.85	13.0	1.60
11.3	0.89	13.1	1.64
11.4	0.93	13.2	1.69

Die eben abgeleitete Correction ist natürlich ziemlich unsicher, sowohl wegen der wenig scharfen Bestimmung des Hülfsgrösse x, als auch wegen der Abhängigkeit von der Grössenclasse, einem

1) Diese Tafel ist berechnet mit der etwas abweichenden Gleichung: $o - u = 7''.717 - 0''.84\, m$. Die Berechnung mit oben gegebener Gleichung würde eine Aenderung der Tafelwerthe um 0".01 bis 0".02 bedingen. Diese Aenderungen sind von keinem Einfluss auf das schliessliche Resultat, deshalb sind sie nicht angebracht worden.



Werth, der nur auf Schätzung beruht. Immerhin glaube ich, dass bei dem grossen Unterschiede der Resultate, die in beiden Positionskreislagen erhalten wurden, die Berücksichtigung der Correction besonders bei der ungleichen Vertheilung der Beobachtungen auf die beiden Lagen geboten war, und dass durch ihre Anbringung trotzdem die Sicherheit der schliesslichen Declinations-Differenzen wesentlich erhöht worden ist. — Bildet man die Differenzen: Beobachtung minus Rechnung für die beobachteten und angebrachten Correctionen $o - u$ und mittelt sie für die einzelnen Gruppen, so erhält man die Werthe in Columne VII der Zusammenstellung auf Seite 270; Columne VIII enthält ihre mittleren Fehler. Beiden Columnen nach zu urtheilen ist die Darstellung der beobachteten Werthe durch die berechneten Correctionen eine genügende. Die Differenzen selbst befinden sich in der letzten Columne der Tafel 11.

Es wäre wünschenswerth gewesen, die Richtigkeit der oben aufgestellten Hypothese über den Zusammenhang zwischen Grössenclasse und Correction $o - u$ durch zu diesem Zwecke angestellte Beobachtungen zu prüfen. Beobachtungen von Declinations-Differenzen ein und desselben Sternpaares unter Anwendung von Gitterblenden vor dem Objectiv, durch welche je nach Belieben das Licht des einen Sternes hätte abgeschwächt werden können, hätten die Hypothese bestätigen müssen. Leider war aber der Refractor schon längst auseinandergenommen, als dieser Grund für den Unterschied zwischen den Beobachtungen in beiden Lagen des Positionskreises entdeckt wurde. Ebenso hätten derartige Beobachtungen einen Einfluss der Fadenbeleuchtung auf Rectascensions-Differenzen darthun müssen. Aus den vorliegenden Messungen selbst kann er nicht ermittelt werden. Man könnte ihn nachweisen, wenn der Fall häufiger vorkäme, dass ein Stern an zwei Hauptsterne von verschiedener Grössenclasse, welche beide vorhergehen oder folgen, angeschlossen worden wäre. Die beiden durch diese zwei Anschlüsse erhaltenen Coordinaten eines Sternes müssten dann von einander abweichen und natürlich in demselben Sinne für verschiedene Sterne. Die Unterschiede der Helligkeiten der hier angewendeten Hauptsterne sind aber zu gering, um irgend welche Resultate zu liefern.

Nachdem die Correctionen $o - u$ an die Declinations-Differenzen angebracht waren, konnte zur Ermittlung der Beziehung zwischen



Netzsecunden und Bogensecunden gegangen werden und damit zur Bestimmung eines definitiven Werthes einer Schraubenrevolution. Zu diesem Zwecke war die Declinations-Differenz der Sterne 5 und 32 an den Meridiankreisen zu Berlin, Leipzig und Pulkowa gemessen worden gleichzeitig mit meinen neueren Beobachtungen, und ich will gleich an dieser Stelle den Herren Dr. KÜSTNER, SCHUMANN und HÄNIG, ROMBERG und RENZ, welche sich bereitwilligst der Mühe dieser wie der später zu erwähnenden AR.-Messungen unterzogen haben, meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Für die Declinations-Differenz 5 — 32 ergaben sich folgende Werthe:

	Differenz	Anzahl	Gewicht
Berlin	49′ 49″.70	1	1
Leipzig	49 51.54	6	4
Pulkowa	49 51.27	4	4
	49′ 51″.22		

Die Gewichte sind gewählt unter Berücksichtigung der Zahl der Beobachtungs-Abende und der Umstände, dass am Pulkowaer Meridian-Instrument die Theilungsfehler bestimmt sind, am Berliner aber drei Striche abgelesen wurden, während in Leipzig nur zwei Striche eingestellt wurden. In Pulkowa und Leipzig ist in zwei Lagen beobachtet worden.

Man erhält die δ-Differenz 5 — 32 in Netzsecunden durch Addition der Declinations-Unterschiede der Hauptsterne, wie sie sich lediglich aus neueren Messungen ergeben. Hierzu wurden aber nicht nur die directen Messungen verwendet, sondern auch noch diejenigen Werthe, welche durch Addition der Declinations-Abstände eines Nebensternes von seinen beiden Hauptsternen gefunden werden. Um diese indirecten Bestimmungen mit den richtigen Gewichten einführen zu können, wurden die neueren Bestimmungen zuvor für sich allein gemittelt und aus den Abweichungen der einzelnen Abendwerthe von ihrem Mittel die mittleren Fehler gerechnet. Es ergab sich der mittlere Fehler

der	Grössenabtheilung	I I	zu	± 0″.73	aus	17	Abendwerthen
»	»	I II	»	± 0.73	»	236	»
»	»	II II	»	± 0.74	»	119	»
»	»	I III	»	± 0.89	»	97	»
»	»	II III	»	± 0.99	»	89	»



Hier konnten die ersten drei und die beiden letzten Abtheilungen zusammengefasst werden. Der mittlere Fehler eines Abendwerthes für Sterne heller als $11^{m}.0$ beträgt dann $\pm\ 0''.73$, für Sterne schwächer als $11^{m}.0$ $\pm\ 0''.94$. Giebt man den ersteren das Gewicht 1, so müssten die letzteren das Gewicht 0.6 erhalten. Es schien jedoch angemessener, von der Verwendung schwächerer Sterne zu obigem Zwecke ebenso wie später zur Ableitung der definitiven Declinations-Differenzen der Hauptsterne ganz abzusehen aus Rücksicht auf die Grösse und Unsicherheit der Correction $o - u$. Daher wurden nur die indirecten Bestimmungen durch Sterne heller als $10^{m}.0$, bei denen also der Betrag der Correction $o - u = 0$ ist, resp. nur geringe Grösse hat, neben den directen Messungen der Hauptsterne unter sich in Folgendem verwendet. Tabelle 13 enthält die Zusammenstellung aller Bestimmungen der Declinations-Differenzen der Hauptsterne auf Grund der neueren Messungen, die hier in Betracht kommen. Columne 1 enthält die Angabe, auf welche Weise der in Columne 2 aufgeführte Werth der Differenz erhalten wurde, ob durch directe Messungen, oder durch Anschluss eines Sternes; in diesem Falle ist die Nummer des Sternes genannt. Die dritte Columne enthält die Gewichte der einzelnen Werthe. Diese entsprechen bei directen Messungen der Anzahl der Beobachtungs-Abende; bei indirecten sind sie berechnet aus der Anzahl der Abende, an denen der Nebenstern an jeden Hauptstern angeschlossen wurde. Unter jeder Reihe steht der Mittelwerth, sein mittlerer Fehler und sein Gewicht.

Tabelle 13.

4—5

Direct	$-435^{r}.25$	7	$\pm 0^{r}.252$

4—10

Direct	$+145^{r}.12$	9	$\pm 0^{r}.301$

26—10

Direct	$-376^{r}.16$	10	
8	−376.15	2	
20	−375.85	2	
27	−375.91	2	
35	−376.22	2	
45	−376.43	2	
	$-376^{r}.136$	20	$\pm 0^{r}.070$

26—30

Direct	$-302^{r}.75$	11	
22	−303.21	2	
39	−304.10	2	
53	−302.90	2	
57	−302.93	2	
	$-302^{r}.975$	19	$\pm 0^{r}.206$

48—30

Direct	$-531^{r}.58$	10	
13	−530.80	2	
21	−531.67	2	
24	−531.06	2	
42	−531.46	2	
59	−532.89	2	
	$-531^{r}.578$	20	$\pm 0^{r}.229$

48—40

Direct	+375ᵖ73	9	
1	+375.81	2	
23	+375.53	2	
	+375ᵖ712	13	±0ᵖ058

44—40

Direct	−309ᵖ61	12	
34	−310.16	2	
55	−310.30	2	
	−309ᵖ765	16	±0ᵖ191

44—32

Direct	+513ᵖ61	13	±0ᵖ211

30—40

14	+906ᵖ98	2	±0ᵖ290

Gleicht man die 3 Differenzen 30—48, 40—48, 30—40 unter Zugrundelegung ihrer Gewichte unter einander aus, so ergeben sich schliesslich die in Columne II des folgenden Täfelchens befindlichen Werthe:

I	II	III
4–5	435ᵖ25	435″42
4–10	145.12	145.18
10–26	376.14	376.28
26–30	302.97	303.09
30–48	531.56	531.76
40–48	375.67	375.81
40–44	309.76	309.88
44–32	513.61	513.81
	2990ᵖ08	2991″23

Die Beziehung zwischen Bogensecunden und Netzsecunden ist also:

$$2990^p08 = 2991''22 \text{ oder } 1^\sigma = 1''000381 .$$

In der Tabelle 9 ist die Correction zur Verwandlung der Netz- in Bogensecunden für jede Declinations-Differenz als $d\sigma$ in der Zeile unter den Nummern des Sternpaares aufgeführt. Hier folgt noch unter Nr. 14 die Tafel, welche zur Reduction benutzt wurde.

Tabelle 14.

Bei	Distanzen	bis	13ᵖ12	ist	die	Correction	0.00
»	»	»	39.37	»	»	»	1
»	»	»	65.62	»	»	»	2
»	»	»	91.86	»	»	»	3
»	»	»	118.08	»	»	»	4
»	»	»	144.32	»	»	»	5
»	»	»	170.56	»	»	»	6
»	»	»	196.80	»	»	»	7
»	»	»	223.04	»	»	»	8

Bei	Distanzen	bis	249.″28	ist	die	Correction	9
»	»	»	275.52	»	»	»	10
»	»	»	301.76	»	»	»	11
»	»	»	328.00	»	»	»	12
»	»	»	354.24	»	»	»	13
»	»	»	380.48	»	»	»	14
»	»	»	406.72	»	»	»	15
»	»	»	432.96	»	»	»	16
»	»	»	459.20	»	»	»	17
»	»	»	485.44	»	»	»	18
»	»	»	511.68	»	»	»	19
»	»	»	537.92	»	»	»	20
»	»	»	564.16	»	»	»	21

Diese eben aufgestellte Beziehung zwischen Netz- und Bogensecunden ist aber nicht correct. Alle Declinations-Differenzen sind mit den auf Seite 178 aufgeführten angenommenen Faden-Distanzen gerechnet, welche nach der Formel

$$\text{Faden-Distanz} = \frac{13.''38}{250.95} M$$

erhalten worden waren, wo M die Faden-Distanz in Mikrons (Seite 159) bedeutet und der Zahlenbruch von den vorläufigen Relationen

$$1 \text{ Rev.} = 250.95\,\mu$$
$$\text{und} \quad 1 \text{ Rev.} = 13.''3800$$

herrührt. Schliesslich, nach beendeter Beobachtungsreihe, wurde aber aus einer grösseren Anzahl Messungen der genauere Werth

$$1 \text{ Rev.} = 250.916\,\mu$$

gefunden. Die angewendeten Faden-Distanzen sind also alle zu klein, und um sie auf die wahren zu reduciren, muss man sie mit dem Factor $\frac{250.950}{250.916} = 1.00014$ multipliciren. Man könnte auch sagen: Die Faden-Distanzen sind nicht mit dem Werth 1 Rev. = 13.″3800, der zur Verwandlung der Netzsecunden verwendet wurde, gerechnet, sondern mit dem Werth 1 Rev. = 13.″3776; es liegt also den Angaben der Faden-Distanzen und der Revolutionen nicht dieselbe Einheit zu Grunde. — Für die Messungen ein und derselben Declinations-Differenz sind nun zwar häufig verschiedene Faden-Intervalle benutzt worden, diese sind aber höchstens um ca. 2 Revolutionen von einander verschieden. Für 27 Bogensecunden beträgt aber die Correction zur Reduction der Faden-Distanzen auf dieselbe Einheit

mit den Angaben der Schraube nur 0."004; sie kann demnach vernachlässigt werden. Innerhalb der Grenzen der hier erforderlichen Genauigkeit ist also die Correction für die verschiedenen Fadenpaare, die zur Messung der Declinations-Differenzen eines Sternpaares benutzt wurden, dieselbe. Hier folgen die Correctionen für die Faden-Intervalle in 0."01 als Einheit:

1—2	1—3	1—4	1—5	1—6	1—7	1—8	1—9
0	1	1	1	2	2	5	8

Verbessert man die Werthe der Columne II des Täfelchens auf Seite 275 um den Betrag: »0.00014 × Fad.-Dist.«, so wird als Beziehung zwischen Netz- und Bogensecunden gefunden:

$$2990^{\sigma}.44 = 2991''.22 \text{ oder } 1^{\sigma} = 1''.000261.$$

Es ergiebt sich hieraus als definitiver Werth für eine Revolution aus Declinations-Messungen

$$1 \text{ Rev.} = 13''.3835,$$

während sich aus Sterndurchgängen mit den Beziehungen

$$1\,\mu = 0''0533290 \text{ und } 1 \text{ Rev.} = 250.916\,\mu$$

in genügender Uebereinstimmung ergeben hatte

$$1 \text{ Rev.} = 13''.3811 \pm 0''.00309.$$

Es wären also an jede Declinations-Differenz eigentlich 2 Correctionen anzubringen 1) die auf wahre Faden-Distanzen, 2) die auf Bogensecunden. An ihrer Stelle ist nur die obenerwähnte Correction $0.00038\,\Delta\delta$ angebracht worden. Denn da sich die Distanz der benutzten Fadenpaare nur um kleine Beträge, nämlich denjenigen Betrag an Bogencecunden, der mit der Schraube gemessen wurde, von der Declinations-Differenz des betreffenden Sternpaares unterschied, konnte die Correction auf wahre Faden-Distanzen ebenfalls proportional der Declinations-Differenz angenommen werden gerade wie die Correction zur Verwandlung der Netz- in Bogensecunden. Man hätte also gehabt

$$\text{Totalcorrection} = \Delta\delta\,(0.00014 + 0.00026) = 0.00040\,\Delta\delta;$$

statt dessen wurde um $0.00038\,\Delta\delta$ verbessert, was als genügend genau erachtet wurde. —

Nach Anbringung dieser Correction konnten die neueren Messungen von Declinations-Differenzen mit den älteren zu einem Mittel[1]) vereinigt werden. Specialuntersuchungen über letztere wurden wegen ihrer geringen Anzahl nicht angestellt.

Um die Coordinaten der Sterne, bezogen auf einen gemeinsamen Nullpunkt, nämlich die Position des Sternes 30 für das mittlere Aequinoctium 1885.0, aufstellen zu können, mussten zuvörderst die Coordinaten der Hauptsterne für diesen Nullpunkt abgeleitet werden. Hierzu wurden die Anschlüsse der Hauptsterne unter einander, die Anschlüsse von Nebensternen an die Hauptsterne und vor Allem die obenerwähnten Meridianbeobachtungen als grundlegende Bestimmungen verwendet.

Rectascensions-Differenzen waren mit den Meridiankreisen zu Berlin und Leipzig und mit dem Passagen-Instrument zu Pulkowa gemessen worden, und zwar waren Antritte der Hauptsterne 5, 10, 30, 32, 40 beobachtet worden, in Leipzig und Pulkowa an mehreren Abenden, in Berlin an einem Abende. Die Beobachtungen von Leipzig und Pulkowa wurden unter sich, indem die Differenzen auf Stern 30 bezogen wurden, nach der Näherungsmethode der Ord. Survey ausgeglichen. Hierzu kamen noch die AR.-Differenzen, die sich aus den Positionen der Leipziger Zonenbeobachtungen ergaben. Hier folgen die einzelnen Bestimmungen, denen ihre Gewichte beigesetzt sind:

	5 — 30		10 — 30		32 — 30		40 — 30	
Pulkowa	-41^s988	5.5	-27^s846	5.5	$+1^s154$	4.1	$+9^s847$	4.1
Leipzig	−41.930	3.5	−27.740	3.7	+1.168	3.7	+9.828	3.5
Leipz. Zon.	−41.938	1.0	−27.847	1.5	+1.093	1.2	+9.861	1.0
Berlin	−41.981	0.5	−27.846	0.5	+1.165	0.5	+9.764	0.5
	$-41^s964 \pm 0^s016$		$-27^s811 \pm 0^s037$		$+1^s152 \pm 0^s014$		$+9^s837 \pm 0^s012$	

Die Gewichte sind berechnet aus der Anzahl der Beobachtungen des einzelnen Sternes, indem jedem Abendwerthe das Gewicht 1 beigelegt wurde.

Zur Bestimmung der Rectascensions-Coordinaten der Sterne 4, 14, 26, 44 dienten die directen und indirecten Anschlüsse dieser

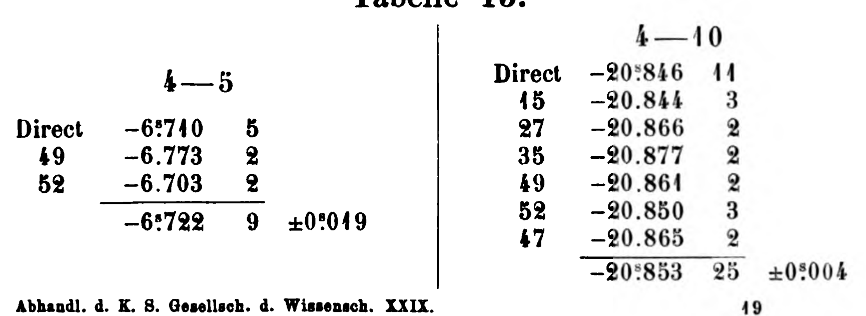
1) Als definitive, d. h. unter Berücksichtigung der Gewichte $\frac{1}{2}$ gerechnete Mittel in den Tabellen 8 und 9 sind die unterstrichenen Zahlen anzusehen. Die eingeklammerten Zahlen sind die Mittel ohne Gewichte.

Sterne an die Hauptsterne 5, 10, 30, 32, 40. Um bei den indirecten Anschlüssen die Bestimmungen durch hellere Sterne in entsprechender Weise mit denen durch schwächere verbinden zu können, wurden zuvor die mittleren Fehler eines Abendwerthes aus den Abweichungen derselben von ihrem Gesammtmittel berechnet. Es ergaben sich folgende Werthe:

Grössen-Abtheil.	Anzahl der Abende	m. F. eines Abendwerthes
I I	51	±0^{s}054
I II	390	±0.052
II II	259	±0.063
I III	163	±0.073
II III	158	±0.078

Zur Vereinfachung wurden noch die Abtheilungen I I und I II einerseits, und I III und II III andrerseits zusammengefasst; man erhält als mittlere Fehler dieser Abtheilungen [I II] und [III] ± 0^{s}052 bez. ± 0^{s}075. Giebt man einem Abendwerthe der Abtheilung [I II] das Gewicht 1, so muss eine Abendbestimmung der Abtheilung II II das Gewicht 0.7, und eine solche der Abtheilung [III] das Gewicht 0.5 erhalten. Diese Gewichte, multiplicirt mit der Anzahl der Abendwerthe — unter Berücksichtigung des halben Gewichtes verschiedener Abende — gaben das Gewicht des Anschlusses eines Nebensternes an einen Hauptstern, und mit ihren Werthen sind die Gewichte der indirecten AR.-Bestimmungen der Hauptsterne 4, 14, 26, 44 in Bezug auf die Hauptsterne 5, 10, 30, 32, 40 berechnet. Es wurden aber nicht alle indirecten Bestimmungen herzugezogen, sondern nur solche, deren Gewicht grösser als 1 war, da ja überhaupt Bestimmungen weggelassen wurden, die nur auf einem Abendwerthe beruhten. Tabelle 15 giebt die einzelnen Bestimmungen für die AR.-Unterschiede dieser Hauptsterne II. Ordnung gegen die Hauptsterne I. Ordnung. Die Einrichtung dieser Tafel ist dieselbe wie diejenige der Tabelle 13.

Tabelle 15.



4—5

Direct	−6^{s}710	5	
49	−6.773	2	
52	−6.703	2	
	−6^{s}722	9	±0^{s}019

4—10

Direct	−20^{s}846	11	
15	−20.844	3	
27	−20.866	2	
35	−20.877	2	
49	−20.861	2	
52	−20.850	3	
47	−20.865	2	
	−20^{s}853	25	±0^{s}004



26—10

Direct	$+22^{s}.181$	8
8	+22.176	3
15	+22.227	3
17	+22.187	2
20	+22.210	3
27	+22.206	3
35	+22.198	3
39	+22.214	3
45	+22.228	4
53	+22.169	3
57	+22.229	3
58	+22.199	3
	$+22^{s}.200$	41	$\pm 0^{s}.006$

26—30

Direct	$-5^{s}.695$	11
12	−5.651	2
17	−5.710	4
20	−5.720	3
22	−5.714	2
24	−5.673	3
31	−5.693	2
45	−5.670	4
51	−5.694	2
53	−5.673	4
57	−5.683	4
58	−5.657	3
59	−5.721	3
	$-5^{s}.689$	47	$\pm 0^{s}.006$

30—14

Direct	$-20^{s}.635$	11
9	−20.562	3
13	−20.606	2
21	−20.667	4
22	−20.663	3
24	−20.571	3
28	−20.690	3
36	−20.671	2
42	−20.652	4
43	−20.581	2
59	−20.664	2
	$-20^{s}.635$	39	$\pm 0^{s}.012$

14—40

Direct	$-30^{s}.500$	15
1	−30.486	3
2	−30.521	3
7	−30.500	2
16	−30.523	3
18	−30.467	4
23	−30.538	3
48	−30.516	4
50	−30.519	4
54	−30.489	3
	$-30^{s}.504$	44	$\pm 0^{s}.006$

40—44

Direct	$+3^{s}.848$	12
16	+3.785	3
19	+3.845	3
34	+3.844	3
37	+3.843	2
55	+3.781	2
	$+3^{s}.834$	25	$\pm 0^{s}.011$

44—32

Direct	$+12^{s}.439$	5	$\pm 0^{s}.023$

4—30

8	$-48^{s}.820$	1
27	−48.716	2
35	−48.775	2
	$-48^{s}.760$	5	$\pm 0^{s}.028$

Man erhält also folgende Coordinaten der Hauptsterne 4, 14, 26, 44 bezogen auf den gemeinsamen Nullpunkt, denen ihre aus den mittleren Fehlern berechneten Gewichte beigesetzt sind.

4

durch Anschluss an	5	−48ˢ686	±0ˢ025	2.2
» » »	10	−48.664	±0.037	1.0
» » »	30	−48.760	±0.028	1.7
		−48ˢ707	±0ˢ023	

14

» » »	30	−20ˢ635	±0ˢ012	1.2
» » »	40	−20.667	±0.013	1.0
		−20ˢ650	±0ˢ016	

26

» » »	10	− 5ˢ611	±0ˢ037	1.0
» » »	30	− 5.689	±0.006	38.0
		− 5ˢ687	±0ˢ012	

44

» » »	13	+13ˢ671	±0ˢ017	2.5
» » »	32	+13.591	±0.027	1.0
		+13ˢ648	±0ˢ036	

In Declination waren an den schon genannten Meridiankreisen nur die Differenz der Sterne 5 und 32, als des nördlichsten und des südlichsten gemessen worden. Ausser den oben aufgeführten Meridianbeobachtungen wurde hier noch der Declinations-Unterschied benutzt, welcher sich aus den Leipziger Zonenbeobachtungen ergiebt; diese sind ungefähr gleichzeitig mit meinen älteren Messungen ausgeführt worden. Es standen also folgende Werthe zur Verfügung, die nach Massgabe der hinter ihnen befindlichen Gewichte znm Mittel vereinigt wurden:

Pulkowa	49′	51″27	3
Leipzig	49	51.54	3
Leipz. Zo.	49	51.91	1
Berlin	49	49.70	0.5
	49′	51″36	

Dieser Werth wurde als absolut richtig angenommen. Es mussten daher die Declinations-Unterschiede der Hauptsterne 4—5, 4—10, 10—26 etc. so bestimmt werden, dass ihre Summe gleich 2991″36 ist. Zu diesem Zwecke wurden alle Bestimmungen dieser Differenzen, sowohl die directen, als die indirecten einer Ausgleichung nach

der Methode der kleinsten Quadrate unterworfen, indem die Coordinaten der Hauptsterne, bezogen auf Stern 30, in folgender Weise dargestellt wurden:

$$5-30 = [5] = +1260''.23 + x; \qquad 48-30 = [48] = -531''.72 + v$$
$$4-30 = [4] = +824.61 + y; \qquad 40-30 = [40] = -907.45 + w$$
$$10-30 = [10] = +679.26 + z; \qquad 44-30 = [44] = -1217.34 + r$$
$$26-30 = [26] = +302.94 + u; \qquad 32-30 = [32] = -1731.11 + t$$

Die directen und indirecten Bestimmungen — als indirecte Bestimmungen galten wiederum nur, wie bei der Ableitung des definitiven Werthes einer Schraubenrevolution auf Seite 274 und auch aus demselben Grunde, die Declinations-Differenzen der Nebensterne, die heller als 10ᵐ0 sind — ergaben 30 Fehlergleichungen, deren Gewichte aus der Anzahl der Abendwerthe, auf denen die Gesammtmittel beruhen, berechnet wurden. Zu ihnen kommt noch die durch die Meridian-Beobachtungen gegebene Bedingungsgleichung:

$$x - t = +0''.02.$$

Die sich ergebenden 9 Normalgleichungen wurden allgemein aufgelöst, und lieferten die folgenden Werthe der Unbekannten und ihre mittleren Fehler:

x	y	z	u	v	w	r	t
+0''.051	+0''.063	+0''.074	+0''.088	−0''.012	+0''.006	+0''.019	+0''.031
±0''.25	±0''.28	±0''.21	±0''.16	±0''.16	±0''.20	±0''.23	±0''.25

Der mittlere Fehler einer Gleichung von dem Gewicht 1 beträgt $\pm$ 0''.81.

Die Declinations-Coordinaten der Hauptsterne sind nun

[5]	[4]	[10]	[26]	[48]	[40]	[44]	[32]
+1260''.28	+824''.67	+679''.33	+303''.03	−531''.73	−907''.44	−1217''.32	−1731''.08

Zu den Rectascensions- und Declinations-Coordinaten der Hauptsterne brauchten nun blos die betreffenden Anschlüsse der Nebensterne hinzuaddirt zu werden, um Coordinaten für diese selbst, bezogen auf den gemeinsamen Nullpunkt, zu erhalten. Man bekommt also so viele unabhängige Bestimmungen derselben Coordinate eines Sternes, als Anschlüsse von ihm an verschiedene Hauptsterne vorhanden sind. Tabelle 16 giebt eine Zusammenstellung aller Coordinaten. Columne 1 enthält die Sternnummer, Columne 2 und 5

die Nummer des Hauptsternes, an welchen angeschlossen wurde, Columne 3 und 6 die Coordinaten, und Columne 4 und 7 die zugehörigen Gewichte.

Tabelle 16.

1	2	3	4	5	6	7
1	14	−1ᵐ 1ˢ944	7	40	−10′ 6″52	8
	40	−1 1.943	6	48	−10 6.53	5
2	14	− 52.834	9	40	−10 54.69	7
	40	− 52.868	6	48	−10 54.06	4
3	14	− 47.910	4.5	30	− 7 50.16	5
	40	− 47.858	5.5	48	− 7 48.70	4
4		Hauptstern			Hauptstern	
5		»			»	
6	10	− 35.968	5.5	10	+ 4 51.74	5
	26	− 36.125	5	26	+ 4 52.51	5
	30	− 36.101	5.5	30	+ 4 51.21	3.5
7	14	− 34.803	6.5	30	− 8 53.05	2
	40	− 34.816	7.5	40	− 8 53.65	7
				48	− 8 54.65	5
8	4	− 32.540	2	10	+ 7 38.69	9
	26	− 32.658	6	26	+ 7 38.82	5
	10	− 32.606	6			
	30	− 32.653	5			
9	14	− 32.231	8	30	− 1 11.34	6
	30	− 32.143	6	48	− 1 10.92	4
10		Hauptstern			Hauptstern	
11	10	− 27.429	5.5	10	+ 5 34.48	5
	26	− 27.631	5	26	+ 5 33.93	6
	30	− 27.585	7			
12	10	− 22.194	2	26	+ 0 48.72	7
	26	− 22.204	6	30	+ 0 47.82	4
	30	− 22.168	8.5			
13	14	− 21.169	4	30	− 3 49.02	5
	30	− 21.125	7	48	− 3 49.72	5
14		Hauptstern		30	− 6 2.63	5
				40	− 6 3.01	7
				48	− 6 2.43	4
15	4	− 18.198	7	10	+11 6.18	7
	10	− 18.146	11	26	+11 6.81	6
	26	− 18.249	7			
16	14	− 16.755	8	40	−14 8.49	5.5
	40	− 16.791	8	48	−14 6.95	4
	44	− 16.765	6			

1	2	3	4	5	6	7
17	10	− 15ˢ769	3	26	+ 2′ 38″34	4
	26	− 15.832	8	30	+ 2 37.73	5
	30	− 15.855	10			
18	14	− 14.809	9	30	− 7 55.88	5
	40	− 14.789	8	40	− 7 56.06	5
19	40	− 12.263	8	40	−16 21.98	6
	44	− 12.297	6	44	−16 21.79	5
20	10	− 11.253	9	26	+ 5 31.85	6
	26	− 11.339	7.5	10	+ 5 32.60	5
	30	− 11.372	7			
21	14	− 8.653	10	30	− 3 48.07	4
	30	− 8.670	8	48	− 3 47.92	4
22	14	− 8.009	8	26	+ 0 13.69	4
	26	− 7.995	4.5	30	+ 0 13.99	4
	30	− 8.022	9			
23	14	− 7.329	7	40	−12 38.18	5
	40	− 7.380	9	48	−12 38.13	4
24	14	− 6.729	7	30	− 0 35.20	8
	26	− 6.664	5	48	− 0 35.69	5
	30	− 6.650	10			
25	10	− 6.052	4.5	26	+ 3 18.71	4
	26	− 6.144	5.5	30	+ 3 18.89	6
	30	− 6.190	7.5			
26		Hauptstern			Hauptstern	
27	4	− 5.214	4	10	+ 8 28.79	5
	10	− 5.184	11	26	+ 8 28.57	4
	26	− 5.266	5			
	30	− 5.223	6			
28	14	− 3.382	8	30	− 5 3.10	4
	30	− 3.422	8	48	− 5 3.62	4
29	14	− 2.119	6	30	− 4 34.59	7
	30	− 2.169	5.5	48	− 4 35.48	6
30		Hauptstern			Hauptstern	
31	14	+ 0.372	5.5	30	− 0 11.62	5
	26	+ 0.429	8	48	− 0 12.12	4
	30	+ 0.423	5.5			
32		Hauptstern			Hauptstern	
33	14	+ 1.469	3.5	40	−13 23.87	6.5
	40	+ 1.336	5.5	48	−13 21.71	5
	44	+ 1.272	3.5			
34	40	+ 2.533	9	40	−16 43.21	6
	44	+ 2.500	6	44	−16 42.63	4
35	4	+ 3.024	4	10	+ 7 53.05	5
	10	+ 3.043	8	26	+ 7 53.09	6
	26	+ 2.969	6			
	30	+ 2.956	6			

1	2	3	4	5	6	7
36	14	+ 3ˢ562	6	30	− 0′ 25″19	8
	26	+ 3.616	5	48	− 0 25.81	5
	30	+ 3.541	6.5			
37	40	+ 5.394	8	40	−17 23.32	9
	44	+ 5.362	8.5	44	−17 22.81	6
38	40	+ 5.218	5.5	40	−18 18.32	9
	44	+ 5.171	4.5	44	−18 17.84	9
39	10	+ 5.688	6	26	+ 3 19.59	4
	26	+ 5.598	10	30	+ 3 20.48	7
	30	+ 5.608	10			
40		Hauptstern			Hauptstern	
41	14	+ 10.176	5.5	30	− 0 32.61	6
	26	+ 10.236	5	48	− 0 34.93	5
	30	+ 10.212	5.5			
42	14	+ 11.734	11	30	− 5 38.89	4.5
	30	+ 11.732	9	48	− 5 38.74	5
43	14	+ 13.603	7.5	30	− 0 28.14	6
	26	+ 13.714	5	48	− 0 29.50	5
	30	+ 13.672	5.5			
44		Hauptstern			Hauptstern	
45	10	+ 14.103	8	10	+ 6 0.55	5
	26	+ 13.999	9	26	+ 6 0.69	5
	30	+ 14.016	9			
46	14	+ 17.371	9	30	− 3 59.59	4
	30	+ 17.535	4.5	48	− 4 0.27	3
47	4	+ 19.285	6.5	4	+11 40.28	3
	10	+ 19.316	6.5	10	+11 40.91	7
48	14	+ 23.786	11		Hauptstern	
	40	+ 23.757	7			
49	4	+ 27.223	6	5	+15 46.78	3.5
	5	+ 27.196	4	4	+15 46.99	3.5
	10	+ 27.258	6	10	+15 46.64	3
50	14	+ 28.016	11	30	− 6 51.77	4
	40	+ 27.984	8	48	− 6 53.49	5
51	10	+ 31.656	4	26	+ 4 49.78	5.5
	26	+ 31.460	6.5	30	+ 4 50.26	4
	30	+ 31.453	6			
52	4	+ 32.855	6	4	+15 39.52	3.5
	5	+ 32.898	4	5	+15 40.53	3.5
	10	+ 32.901	7			
53	10	+ 40.103	6	26	+ 2 37.71	4
	26	+ 40.058	6	30	+ 2 37.68	6
	30	+ 40.072	10			
54	14	+ 41.060	6	40	−11 54.03	6
	40	+ 41.058	9	48	−11 54.01	4

1	2	3	4	5	6	7
55	40	+ 42ˢ675	6	40	−15′ 50″79	7
	44	+ 42.705	6	44	−15 50.27	4
				48	−15 50.84	2
56	26	+ 52.990	4.5	26	+ 1 54.20	5
	10	+ 53.048	4.5	30	+ 1 54.82	5
	30	+ 53.046	8.5			
57	10	+1ᵐ 6.256	6	26	+ 4 53.54	4
	26	+1 6.151	7	30	+ 4 53.55	4
	30	+1 6.155	12			
58	10	+1 12.757	6	26	+ 3 42.29	4
	26	+1 12.682	6.5	30	+ 3 41.74	4
	30	+1 12.712	9.5			
59	26	+1 20.813	6	30	− 1 18.77	5
	30	+1 20.779	7	48	− 1 17.41	4
	14	+1 20.793	5			
60	14	+1 27.870	5.5	30	− 2 25.50	6
	26	+1 27.962	6.0	48	− 2 25.39	3.5
	30	+1 27.887	5.5			
61	4	− 32.206	3	4	+19 12.16	4
	10	− 32.088	4	49	+19 12.66	2
				52	+19 12.61	3

Bezüglich der Gewichte ist zu bemerken, dass sie direct der Anzahl der Abendwerthe entsprechen, welche in den Tabellen 8 und 9 aufgeführt sind. Es wurden also die Coordinaten der Hauptsterne selbst als absolut richtig angenommen. Dies ist nicht correct, weil die mittleren Fehler der Hauptsterne nicht verschwindend klein sind gegenüber den mittleren Fehlern der Coordinaten der Nebensterne bezogen auf die Hauptsterne. Dies zeigt sich durch Vergleichung der mittleren Fehler der Hauptsterncoordinaten mit den Werthen der Tabelle 17, welche die durchschnittlichen mittleren Fehler der Mittelwerthe der Tabellen 8 und 9 giebt, berechnet mit den auf den Seiten 273 und 279 angeführten Werthen der mittleren Fehler eines Abendwerthes.

Tabelle 17.

m. F. aus	AR. Grössen-Abtheilung [I II]	AR. Grössen-Abtheilung II II	AR. Grössen-Abtheilung [III]	Decl. Grössen-Abtheilung (I II)	Decl. Grössen-Abtheilung (III)
1 Beob.	± 0ˢ052	± 0ˢ063	± 0ˢ075	± 0″73	± 0″94
2 »	0.037	0.045	0.053	0.52	0.66
3 »	0.030	0.036	0.043	0.42	0.54
4 »	0.026	0.032	0.038	0.36	0.47

m. F. aus	AR. Grössen-Abtheilung [I II]	II II	[III]	Decl. Grössen-Abtheilung (I II)	(III)
5 Beob.	± 0ˢ023	± 0ˢ028	± 0ˢ034	± 0″33	± 0″42
6 »	0.021	0.026	0.031	0.30	0.38
7 »	0.020	0.024	0.028	0.28	0.36
8 »	0.018	0.022	0.027	0.26	0.33
9 »	0.017	0.021	0.025	0.24	0.31
10 »	0.017	0.020	0.024	0.23	0.30
11 »	0.016	0.019	0.023	0.22	0.28
12 »	0.015	0.018	0.022	0.21	0.27

Trotzdem wurde vorgezogen, diese Gewichte anzuwenden, weil das Verfahren, mit Hilfe der in Tabelle 17 gegebenen Werthe und der mittleren Fehler der Hauptsterncoordinaten genaue Gewichte zu berechnen, zu künstlich erschien. Tabelle 18 enthält die definitiven Coordinaten aller Sterne, bezogen auf Stern 30 als Nullpunkt.

Tabelle 18.

Nr.	α	δ	Nr.	α	δ
1	− 61ˢ944	−10′ 6″52	32	+ 1ˢ152	−28′ 51″08
2	− 52.848	−10 54.46	33	+ 1.355	−13 22.93
3	− 47.881	− 7 49.51	34	+ 2.520	−16 42.98
4	− 48.707	+13 44.67	35	+ 3.000	+ 7 53.07
5	− 41.964	+21 0.28	36	+ 3.570	− 0 25.43
6	− 36.063	+ 4 51.89	37	+ 5.378	−17 23.12
7	− 34.810	− 8 53.92	38	+ 5.497	−18 18.08
8	− 32.628	+ 7 38.74	39	+ 5.623	+ 3 20.16
9	− 32.193	− 1 11.17	40	+ 9.837	−15 7.44
10	− 27.811	+11 19.33	41	+ 10.207	− 0 33.66
11	− 27.549	+ 5 34.18	42	+ 11.733	− 5 38.81
12	− 22.184	+ 0 48.39	43	+ 13.655	− 0 28.76
13	− 21.141	− 3 49.37	44	+ 13.648	−20 17.32
14	− 20.650	− 6 2.75	45	+ 14.037	+ 6 0.62
15	− 18.189	+11 6.47	46	+ 17.426	− 3 59.88
16	− 16.771	−14 7.84	47	+ 19.300	+11 40.72
17	− 15.834	+ 2 38.00	48	+ 23.775	− 8 51.73
18	− 14.800	− 7 55.97	49	+ 27.229	+15 46.81
19	− 12.278	−16 21.89	50	+ 28.003	− 6 52.73
20	− 11.316	+ 5 31.92	51	+ 31.505	+ 4 49.98
21	− 8.661	− 3 47.99	52	+ 32.884	+15 40.02
22	− 8.012	+ 0 13.84	53	+ 40.077	+ 2 37.69
23	− 7.358	−12 38.16	54	+ 41.059	−11 54.02
24	− 6.678	− 0 35.39	55	+ 42.690	−15 50.64
25	− 6.140	+ 3 18.82	56	+ 53.032	+ 1 54.51
26	− 5.687	+ 5 3.03	57	+ 66.178	+ 4 53.54
27	− 5.213	+ 8 28.69	58	+ 72.715	+ 3 42.01
28	− 3.402	− 5 3.36	59	+ 80.794	− 1 18.17
29	− 2.143	− 4 35.00	60	+ 88.908	− 2 25.46
30	0.000	0 0.00	61	− 32.138	+19 12.42
31	+ 0.411	− 0 11.84			

Aus den Abweichungen der Werthe in Tabelle 16 von denen in Tabelle 18 wurden die mittleren Fehler einer Coordinate in Tabelle 16 berechnet. Es fand sich der mittlere Fehler einer Coordinate vom Gewicht 1

für Sterne, heller als $11^{\mathrm{m}}.0$ in RA. $\pm\ 0^{\mathrm{s}}.099$, Decl. $\pm\ 0''.91$

für Sterne, schwächer als $11^{\mathrm{m}}.0$ in RA. $\pm\ 0^{\mathrm{s}}.154$, Decl. $\pm\ 1''.68$

Nun haben aber die Coordinaten in Tabelle 16 ein durchschnittliches Gewicht von 7.1 resp. 6.0 in AR., und 4.8 resp. 5.4 in Decl., die durchschnittlichen mittleren Fehler einer Coordinate dieser Tabelle werden also

für Sterne, heller als $11^{\mathrm{m}}.0$ in AR. $\pm\ 0^{\mathrm{s}}.037$, Decl. $\pm\ 0''.41$

für Sterne, schwächer als $11^{\mathrm{m}}.0$ in AR. $\pm\ 0^{\mathrm{s}}.063$, Decl. $\pm\ 0''.72$

Da nun aber die definitiven Coordinaten in Tabelle 18 Mittelwerthe aus durchschnittlich 2.6 Coordinaten in Tabelle 16 sind, so ergiebt sich als mittlerer Fehler der definitiven Coordinaten eines Sternes, der heller als $11^{\mathrm{m}}.0$ ist, $\pm\ 0^{\mathrm{s}}.023$ in Rectascension und $\pm\ 0''.29$ in Declination, dagegen für Sterne schwächer als $11^{\mathrm{m}}.0$ in Rectascension $\pm\ 0^{\mathrm{s}}.039$ und $\pm\ 0''.50$ in Declination.

Diese Werthe sind wegen der ungünstigen Berechnung der mittleren Fehler aus nur wenigen Bestimmungen keinesfalls zu niedrig; die Genauigkeit der Coordinaten in Tabelle 19 ist eher eine grössere als eine geringere.

Es muss noch darauf hingewiesen werden, dass die mittelst Anschlüsse an den Hauptstern 10 gewonnenen AR.-Coordinaten alle in demselben Sinne vom Mittel abweichen. Als Mittel dieser Abweichungen, im Sinne: »Mittel minus Einzelwerth« findet sich — $0^{\mathrm{s}}.048 \pm 0^{\mathrm{s}}.006$. Dieser Betrag würde noch grösser sein, wären die Einzelwerthe der Tabelle 16 nach den genaueren Gewichten zum Mittel vereinigt. Der Grund zu dieser Erscheinung liegt wohl in der Leipziger Meridian-Beobachtung, die stark von den 3 anderen Werthen abweicht, und verhältnissmässig grosses Gewicht besitzt. Es liegt aber keine Veranlassung vor, sie auszuschliessen, da die

Einzelbeobachtungen, aus denen sie gewonnen, nicht schlechter übereinstimmen, als die andern Beobachtungen im Leipziger Meridian.

Die Beobachtungen am Ocular des Leipziger Meridiankreises waren ausser von Herrn Dr. Schumann in seiner Abwesenheit von mir angestellt worden. Bei ersterem Beobachter ist nachträglich eine Helligkeits-Gleichung nachgewiesen worden, auch bei mir kann eine solche vorhanden sein. Trotzdem kann man die Abweichungen der Leipziger Beobachtungen vom Mittel, vor Allem die grössere bei der Differenz 10 — 30, nicht auf Rechnung dieser Gleichung setzen, da gerade bei den beiden Sternpaaren mit stärkerer Helligkeits-Differenz, 32 — 30, 40 — 30, die Abweichungen das umgekehrte Vorzeichen haben, als sie dann haben müssten.

Zur Aufstellung von absoluten Coordinaten wurden die Leipziger Zonen-Beobachtungen aller Sterne benutzt, die in diesen und in meiner Vermessung gemeinsam vorkommen. An die auf das mittlere Aequinoctium 1885.0 reducirten Positionen der Zonen wurden die betreffenden Coordinaten der Tabelle 18 mit umgekehrten Vorzeichen angebracht. So erhielt man eine Reihe von Bestimmungen der absoluten Position des Hauptsternes 30, deren Mittel mit nur kleinem mittleren Fehler behaftet ist.

Tabelle 19.

Mittlere Oerter der Leipziger Zonensterne für 1885.0.

No.	α	δ	Beob.
5	$6^h\ 34^m\ 8^s.94$	$+9^\circ\ 55'\ 19''.15$	2
10	6 34 23.03	+9 45 37.19	6
30	6 34 50.87	+9 34 18.29	2
35	6 34 53.94	+9 42 12.01	2
32	6 34 51.97	+9 5 27.24	3
1	6 33 48.98	+9 24 12.58	2
8	6 34 18.30	+9 41 57.19	3
24	6 34 44.17	+9 33 43.06	2
40	6 35 0.74	+9 19 11.92	2
53	6 35 30.93	+9 36 56.77	2

Aus ihnen abgeleitete Positionen für Stern 30.

No.	α	δ	Gewicht
5	$6^h\,34^m\,50^s.90$	$+9^\circ\,34'\,18''.87$	2
10	50.84	17.86	6
30	50.87	18.29	2
35	50.94	18.94	2
32	50.82	18.32	3
1	50.92	19.10	2
8	50.93	18.45	3
24	50.85	18.45	2
40	50.90	19.36	2
53	50.85	19.08	2
	$6^h\,34^m\,50^s.87 \pm 0^s.013$	$+9^\circ\,34'\,18''.52 \pm 0''.16$	

Mit dieser Position für Hauptstern 30 ist dann der in Tabelle 20 gegebene Katalog von 61 Sternen für das Aequinoctium 1885.0 berechnet worden. Die Positionen desselben sind nach Rectascensionen geordnet. Da die Numerirung der Sterne bei Aufstellung der Arbeitsliste geschehen war, also zu einer Zeit, wo über die genaueren Rectascensionen noch nichts bekannt war, stimmen die Nummern nicht immer mit der Reihenfolge des Katalogs überein. [Wegen Stern 61 siehe Anm. 1) auf Seite 203.]

Tabelle 20.

Katalog.

No.	Grösse	AR.	Decl.
1	$8^m.6$	$6^h\,33^m\,48^s.93$	$+9^\circ\,24'\,12''.0$
2	10.5	6 33 58.02	+9 23 24.1
4	9.7	6 34 2.16	+9 48 3.2
3	12.6	6 34 2.99	+9 26 29.0
5	8.4	6 34 8.91	+9 55 18.8
6	11.4	6 34 14.81	+9 39 10.4
7	11.0	6 34 16.06	+9 25 24.6
8	8.7	6 34 18.24	+9 41 57.3
9	10.1	6 34 18.68	+9 33 7.3
(61)		(6 34 18.73)	(+9 53 30.9)
10	8.3	6 34 23.06	+9 45 37.8
11	11.0	6 34 23.32	+9 39 52.7
12	11.8	6 34 28.69	+9 35 6.9
13	9.8	6 34 29.73	+9 30 29.1

No.	Grösse	AR.	Decl.
14	9ᵐ6	6ʰ 34ᵐ 30ˢ22	+9° 28′ 15″8
15	10.2	6 34 32.68	+9 45 25.0
16	10.6	6 34 34.10	+9 20 10.7
17	10.7	6 34 35.04	+9 36 56.5
18	10.7	6 34 36.07	+9 26 22.5
19	10.4	6 34 38.59	+9 17 56.6
20	9.6	6 34 39.55	+9 39 50.4
21	9.4	6 34 42.21	+9 30 30.5
22	9.9	6 34 42.86	+9 34 32.4
23	9.9	6 34 43.51	+9 21 40.4
24	9.0	6 34 44.19	+9 33 43.1
25	11.9	6 34 44.73	+9 37 37.3
26	9.4	6 34 45.18	+9 39 21.5
27	9.9	6 34 45.66	+9 42 47.2
28	10.0	6 34 47.47	+9 29 15.1
29	11.7	6 34 48.73	+9 29 43.5
30	8.0	6 34 50.87	+9 34 18.5
31	11.0	6 34 51.28	+9 34 6.7
32	7.4	6 34 52.02	+9 5 27.4
33	13.2	6 34 52.22	+9 20 55.6
34	9.8	6 34 53.39	+9 17 35.5
35	9.0	6 34 53.87	+9 42 11.6
36	11.0	6 34 54.44	+9 33 53.1
38	12.8	6 34 56.07	+9 16 0.4
37	12.2	6 34 56.25	+9 16 55.4
39	9.1	6 34 56.49	+9 37 38.7
40	8.9	6 34 0.71	+9 19 11.1
41	12.9	6 35 1.08	+9 33 44.8
42	9.9	6 35 2.60	+9 28 39.7
43	12.1	6 35 4.52	+9 33 49.7
44	9.6	6 35 4.52	+9 14 1.2
45	9.9	6 35 4.91	+9 40 19.1
46	11.7	6 35 8.30	+9 30 18.6
47	12.8	6 35 10.17	+9 45 59.2
48	9.2	6 35 14.64	+9 25 26.8
49	10.6	6 35 18.10	+9 50 5.3
50	10.6	6 35 18.87	+9 27 25.8
51	12.2	6 35 22.37	+9 39 8.5
52	10.8	6 35 23.75	+9 49 58.5
53	8.4	6 35 30.95	+9 36 56.2
54	10.2	6 35 31.93	+9 22 24.5

No.	Grösse	AR.	Decl.
55	9ᵐ.4	6ʰ 35ᵐ 33ˢ.56	+9° 18′ 27″.9
56	11.3	6 35 43.90	+9 36 13.0
57	8.9	6 35 57.05	+9 39 12.1
58	10.5	6 36 3.58	+9 38 0.5
59	9.2	6 36 11.66	+9 33 0.3
60	12.6	6 36 19.78	+9 31 53.1

In älteren Katalogen fanden sich Positionen von folgenden Sternen — Tabelle 21 —, denen auch noch die Positionen der Leipziger Zonen und die von mir gefundenen zur Vergleichung hinzugefügt sind. Eine Eigenbewegung ist wohl bei keinem dieser Sterne mit Sicherheit zu constatiren.

Tabelle 21.

No.	Katalog	Nr.	Epoche	Grösse	AR.	Decl.
5	LALANDE	12793	1800	8ᵐ.5	6ʰ 34ᵐ 8ˢ.87	+9° 55′ 16″.4
	WEISSE	978	1825	8.9	6 34 8.68	+9 55 16.9
	Brüssel	2753	1864	8.5	6 34 8.88	+9 55 18.5
	Leipz. alte Zonen		1869	8.1	6 34 8.87	+9 55 19.9
	Leipz. neue Zonen		1886	8.4	6 34 8.94	+9 55 19.1
	HAHN		1888	8.4	6 34 8.91	+9 55 18.8
10	LALANDE	12807	1800	8ᵐ.5	6ʰ 34ᵐ 23ˢ.01	+9° 45′ 37″.3
	WEISSE	985	1825	8.9	6 34 22.75	+9 45 37.5
	Brüssel	2755	1868	8—9	6 34 23.21	
	Leipz. neue Zonen		1887	8.3	6 34 23.03	+9 45 37.2
	HAHN		1888	8.3	6 34 23.06	+9 45 37.8
30	LALANDE	12819	1800	8ᵐ.0	6ʰ 34ᵐ 50ˢ.58	+9° 34′ 21″.7
	STRUVE	762	1829	8.0	6 34 50.84	+9 34 21.7
	Leipz. neue Zonen		1886	8.1	6 34 50.87	+9 34 18.3
	HAHN		1888	8.0	6 34 50.87	+9 34 18.5
32	WEISSE	1002	1825	8ᵐ.0	6ʰ 34ᵐ 52ˢ.41	+9° 5′ 28″.9
	STRUVE	763	1831	7.5	6 34 52.07	+9 5 30.0
	B. B.	1345	1862	7.5	6 34 52.11	+9 5 28.9
	SCHJELLERUP	2316	1865	8.5	6 34 51.88	+9 5 29.2
	Glasgow	1622	1873	8.0	6 34 52.11	+9 5 27.5
	Leipz. neue Zonen		1886	7.9	6 34 51.97	+9 5 27.2
	HAHN		1888	7.4	6 34 52.02	+9 5 27.4
24	B. B.	1341 [1])	1857	9ᵐ.2	6ʰ 34ᵐ 41ˢ.83	+9° 33′ 44″.0
	Leipz. neue Zonen		1886	8.8	6 34 44.17	+9 33 43.1
	HAHN		1888	9.0	6 34 44.19	+9 33 43.1

1) Die Rectascension ist wohl fehlerhaft.

Die Sterne 5 und 61 sind auch von Herrn Dr. PETER gelegentlich seiner Vermessung des Sternhaufens G. C. 1440 bestimmt worden. Er giebt folgende Positionen für die Epoche 1880:

5	$8^m.5$	$6^h\,34^m\,8^s.86$	$+9°\,55'\,18''.0$
61	9.5	6 34 18.75	+9 53 31.2

Meine Positionen stimmen mit diesen genügend gut überein, so dass beide Sterne einen befriedigenden Anschluss dieser unabhängigen mikrometrischen Vermessungen vermitteln.

Inhalt.

Druckfehler.

Seite 163 Zeile 6 v. o. lies α' statt α.
» 163 » 7 v. o. » α » α'.
» 207 » 19 v. o. » −0.006 statt +0.006.
» 221 » 2 v. o. » $-12^s.344$ » $-12^s.343$.



Zu der Karte.

Die Sternkarte enthält nur die Objecte, die vermessen worden sind; deshalb ist die eine Componente des Doppelsterns $+1^{s}.15$, $-28' 51''$, die nicht zu den Beobachtungen herangezogen wurde, nicht eingezeichnet. Ferner ist $-20^{s}.65$, $-6' 3''$ der Doppelstern, welcher nicht getrennt werden konnte.

−60ˢ −48ˢ −36ˢ −24ˢ −12ˢ 0 +12ˢ +24ˢ +36ˢ +48ˢ +60ˢ +72ˢ +84ˢ

−27′ −24′ −21′ −18′ −15′ −12′ −9′ −6′ −3′ 0 +3′ +6′ +9′ +12′ +15′ +18′ +21′

−60ˢ −48ˢ −36ˢ −24ˢ −12ˢ 0 +12ˢ +24ˢ +36ˢ +48ˢ +60ˢ +72ˢ +84ˢ

7.0ᵐ–7.9ᵐ 8.0ᵐ–8.4ᵐ 8.5ᵐ–8.9ᵐ 9.0ᵐ–9.4ᵐ 9.5ᵐ–9.9ᵐ 10.0ᵐ–10.4ᵐ 10.5ᵐ–11.4ᵐ 11.5ᵐ–12.4ᵐ 12.5ᵐ....

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

DAS

RETICULIRTE GEWEBE

UND SEINE BEZIEHUNGEN

ZU DEN

BINDEGEWEBSFIBRILLEN

VON

F. MALL,
CLARK UNIVERSITY, WORCESTER, MASS.

Des XVII. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe
der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

Nº IV.

MIT ELF TAFELN.

LEIPZIG
BEI S. HIRZEL
1891.

Das Manuscript eingeliefert am 10. November 1890.
Der Abdruck vollendet am 5. April 1891.



DAS

RETICULIRTE GEWEBE

UND SEINE BEZIEHUNGEN

ZU DEN

BINDEGEWEBSFIBRILLEN

VON

F. MALL,

CLARK UNIVERSITY, WORCESTER, MASS.

MIT XI TAFELN.

HERRN

PROFESSOR C. LUDWIG

GEWIDMET

VOM

VERFASSER.

Es wird noch vielfach geglaubt, dass das Reticulum der Lymphdrüsen zusammengesetzt sei aus multipolaren Zellen, wie dies zuerst BILLROTH gelehrt hat. Vor etwa zwanzig Jahren entdeckten RANVIER und BIZZOZERO [1]), dass das Netzwerk in den Lymphdrüsen aus homogenen anastomosirenden Fibrillen zusammengesetzt ist und dass die multipolaren Zellen BILLROTH's nicht das Netzwerk bilden, sondern einfach demselben aufliegen. Von Zeit zu Zeit wurden die Fibrillen beschrieben als weisse fibröse, oder wie z. B. in der Leber als elastische Fasern.

Ich beabsichtige in dieser Mittheilung zu zeigen, dass ein mit dem Reticulum identisches Gewebe im Körper weit verbreitet ist und dass es weder weisses fibröses noch gelbes elastisches Gewebe ist.

Ich beabsichtige zuerst einige Reactionen des gelben elastischen Gewebes, dann die des weissen fibrösen und reticulirten zu besprechen und endlich die Vertheilung des reticulirten [2]).

I. Gelbes elastisches Gewebe.

Um die verschiedenen Arten von Bindegewebe mit einander zu vergleichen mussten viele Versuche mit verschieden starken Reagen-

1) RANVIER machte seine erste Mittheilung, im August 1871, in der Société de Biologie und veröffentlichte dieselbe in den Verh. der Gesellschaft aus demselben Jahre. Dieselben tragen übrigens das Datum 1873. Ferner erschien eine Mittheilung in der Gazette médicale vom 30. November 1872. BIZZOZERO veröffentlichte seine Beobachtungen in dem Reale Istituto Lombardo, Januar 1872.

2) Die Ergebnisse, zu welchen ich jetzt gelangt bin, weichen in einigen Punkten von der vorläufigen Mittheilung ab, welche ich im Anatom. Anzeiger 1888 veröffentlicht habe.



tien gemacht werden; es zeigte sich ferner nöthig, die Zeit der Einwirkung in Betracht zu ziehen.

a. Säuren.

In kalter Essigsäure verschiedener Stärke kann elastisches Gewebe fast unbeschränkte Zeit ohne Zerstörung liegen. Ebensowenig zerfällt es, wenn es mit 20% Essigsäure durch Stunden hindurch gekocht wird, doch werden die Fasern bei dieser Behandlung sehr brüchig.

Kalte Salzsäure hat eine deutliche Wirkung auf Stücke vom Ligamentum nuchae. Die folgende Tabelle zeigt, dass die concentrirte *HCl* das Gewebe in 2 Tagen auflöst, während die 50%ige hierzu eine Woche braucht.

HCl	1 Tag	2 Tage	3 Tage	7 Tage
1/2%	O	O	O	O[1]
1	O	O	O	O
2	O	O	O	O
5	O	O	O	O
10	O	O	O	O
25	O	O	O	×
50	×	×	×	+
100	×	+		

Wenn das Probestück in concentrirter *HCl* gekocht wird zerfällt es rasch. Die Art und Weise wie das geschieht, giebt einen Einblick in die Structur der Faser. Zuerst löst sich das Innere, wobei eine Membran zurückbleibt, welche sich ebenfalls in kurzer Zeit auflöst. Lehrreiche Präparate können erhalten werden, indem man das Gewebe in *HCl* kocht bis es anfängt zu zerfallen und dann rasch das Ganze in eine grosse Quantität kalten Wassers schüttet. Auf diesem Wege erhält man die Faser-Membran (SCHWALBE) sehr hübsch. Man sieht oft Membranen, welche aus feinen Fibrillen

1) In dieser und den folgenden Tabellen bedeutet:
O unverändert,
× etwas verändert oder gequollen,
+ vollständig aufgelöst.

zusammengesetzt erscheinen und die Vorstellung nahe legen, dass sie aus zwei Substanzen gebildet sind.

b. *KOH*.

Eine kalte gesättigte Lösung von *KOH* zerstört die Fasern in wenigen Tagen, dagegen können sie in schwachen Lösungen einen Monat und länger ohne deutliche Veränderungen verweilen.

KOH	1 Tag	2 Tage	4 Tage	6 Tage	12 Tage	44 Tage
1 %	O	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O	×
5	O	O	×	×	×	+
10	O	+				
20	×	+				
40	×	+				

Gegen kochendes verdünntes *KOH* zeigen sich die Fasern sehr widerständig, sie werden nicht brüchig wie in der kochenden Säure. Dieses Vorgehen ist wie HENLE gezeigt hat, das beste zur Trennung der Fasern. Wird die Concentration gesteigert (5 oder 10%), so werden die Fasern beim Kochen rasch zerstört und die Membranen können isolirt werden. Beim Liegen in 20%iger Lösung für einen oder zwei Tage und nachfolgendem Waschen in Wasser bleiben die Membranen übrig. Dieselben sind, soweit meine Erfahrung reicht, homogen und unlöslich sowohl in starker Essig- als Salzsäure.

c. *Pepsin*.

Wird elastisches Gewebe einem Hunde verfüttert und das Thier einige Stunden später getödtet, so findet man bei der Untersuchung des Mageninhaltes die Fasern nur theilweise verdaut, das Innere ist in Stücke zerfallen und an vielen Stellen ist nur die leere Membran übrig (Taf. I Figg. 1 und 2).

Der künstliche Verdauungssaft, hergestellt durch Extraction der Schleimhaut mit Glycerin und Ansäuern mit verdünnter *HCl*, verdaut elastisches Gewebe sehr langsam. Ohne Glycerin ist die Verdauung sehr viel schneller. Von den käuflichen Pepsinen sind fast alle brauchbar, doch habe ich das Präparat von PARKE, DAVIS & Co. in Detroit als das wirksamste gefunden. Dasselbe verdaut ein Mehrfaches seines Gewichtes von elastischem Gewebe in 2—3 Stunden.

d. Pancreatisches Ferment.

Elastische Fasern lösen sich rasch in Pancreatin, während das Reticulum und das weisse fibröse Gewebe der Wirkung viele Tage widerstehen. Ein gutes Präparat von Pancreatin muss ein gleiches Gewicht des Gewebes in 2—3 Stunden verdauen. Die käuflichen Präparate wirken meistens nicht sehr kräftig; ich habe nur das von Parke, Davis & Co. von Werth gefunden. Ich versetzte es stets mit dem Zweifachen seines Gewichtes Natron bicarb. und etwa mit der 10—20fachen Menge Wasser und liess das Gewebe bei 37° Celsius verdauen. Vorher wurden die Fasern mit kalter oder heisser Essig- oder Salzsäure behandelt. Während der Verdauung lässt sich der Zerfall des Faserinhaltes stets beobachten, die Membran wird jedoch selten isolirt.

e. Papaïn.

Das Papaïn ist ein pflanzliches Ferment, welches Pepton enthält und sich gegen Bindegewebe sehr ähnlich wie Pancreatin verhält. Es verdaut ebenfalls elastisches Gewebe, löst aber nicht weisses fibröses oder reticulirtes. Wenn elastisches Gewebe in einer Papaïnlösung bei 37° verdaut wird, verschwindet das Innere der Fasern sehr rasch, die Membranen bleiben allein zurück. Um den Versuch rein auszuführen, müssen erst alle weissen Fasern aus dem Ligamentum nuchae entfernt werden, denn wenn dies nicht geschieht, ist man leicht Irrungen ausgesetzt. Das Ligamentum nuchae enthält im Ganzen ungefähr ebenso viel fibröses Gewebe als elastisches. Wenn in dem verdauten Stück leere Membranen und weisse Fasern anwesend sind, so hat es oft den Anschein als ob sie zusammenhingen. Giebt man Essigsäure unter dem Deckglas zu, so schwellen die weissen Fasern nicht immer auf, weil es nöthig ist, um gute Bilder zu erhalten, einen Druck auf das Deckglas auszuüben; die Fasern werden dabei gestreckt und und dies verhindert ihre Quellung.

Stücke elastischen Gewebes wurden einen Tag lang in kalte Essigsäure von 20% gelegt und dann darin gekocht. Dies zerstört alle weissen Fasern. Ein Theil der Probe wurde mit *KOH* alkalisch gemacht und mit einer starken Papaïnlösung bei 37° verdaut. Nur die Membranen blieben zurück (Taf. I Figg. 3 und 4). Das Papaïn wurde

jeden Tag erneuert und am Ende des 3. Tages zerfielen die Membranen. Wurde vor der Verdauung nur Essigsäure angewendet, so zeigten sich die Membranen nicht sehr widerständig und lösten sich schon nach 24 Stunden. Ebenso lösten sich sterilisirte Stücke des Lig. nuchae nicht vollständig in Papaïn. Man erhält oft Stücke so gross wie eine Erbse, welche nur aus leeren Membranen bestehen.

Jedesmal wenn in Papaïn verdaut wird, findet sich die Flüssigkeit erfüllt mit sehr grossen Bacillen. Aus dem Papaïnpulver konnte stets ein Bacillus fast in Reincultur erhalten werden, zuweilen fand sich ein Micrococcus. Ich werde dieselben bezeichnen als Papaïn-Bacillus und -Micrococcus.

Ich fand, dass eine kleine Menge Papaïn genügte, um grosse Stücke elastischen Gewebes zu verdauen, und dass sterilisirtes Papaïn seine verdauende Kraft gleichzeitig verloren hatte. Der Bacillus allein verdaute gleichfalls grosse Stücke des Gewebes, während der Micrococcus vollständig wirkungslos war. Weder von frischen noch von alten Culturen konnte ein Filtrat gewonnen werden, welches verdaute. Da der Papaïn-Bacillus durchaus nicht so kräftig wirkt wie das Papaïn selbst und da es eine grosse Anzahl anderer Organismen giebt, welche elastisches Gewebe ebenso rasch verdauen, so bin ich nicht der Meinung, dass die verdauende Wirkung des Papaïn dem Bacillus allein zugeschrieben werden kann. Papaïn löst grosse Quantitäten von elastischem Gewebe in weniger als 24 Stunden, während die Wirkung des Bacillus zu dieser Zeit gerade erst beginnt.

f. Bacterien.

Um die Wirkung der Bacterien auf elastisches Gewebe zu prüfen, muss man es entweder im aseptischen Zustande erhalten oder es sterilisiren. Aseptisches Gewebe lässt sich erhalten, indem man Stücke des Lig. nuchae unter aseptischen Cautelen ausschneidet und dann in sterilisirte Proberöhrchen bringt. Es war natürlich nöthig die Röhren mehrere Tage im Thermostaten bei 37° zu halten und alle jene Röhren zu entfernen, welche sich zufällig inficirt zeigten. Sterilisirte Proben sind viel leichter zu erhalten. Ich bringe kleine Stücke des Gewebes in die gewöhnlichen Bouillon-Röhren der Bacteriologen und sterilisire sie nach der Methode von KOCH. Auch diese

Röhren wurden mehrere Tage im Warmen gehalten, um ihre Keimfreiheit sicher zu stellen. Stücke des Gewebes, welche nach einer der genannten Methoden gewonnen sind, halten sich unbeschränkt lange ohne Veränderung.

Die sterilisirten Röhren wurden mit einigen 50 Bacterienarten geimpft, auf 37° gehalten und von Zeit zu Zeit untersucht. Für jede Bacterienart wurden zum mindesten 3 Röhren verwendet. Sollte eine mikroskopische Untersuchung stattfinden, so wurde ein kleines Stück des Gewebes mit einer sterilisirten Platinnadel entnommen und so das Eindringen von Keimen verhütet. Die nachfolgende Tabelle berichtet über das Ergebniss einer Reihe von Versuchen.

Organismen	10 Tage	7 Woch.	14 Woch.	
Aseptisch	O	O	O	
Staphylococcus pyogenes aureus	O	O	O	
Staphylococcus pyogenes albus	O	O	O	
Ein rother Coccus	O	O	O	Findet sich häufig in der Luft von Baltimore.
Ein Luftcoccus	O	O	O	Hatte sich auf einem asept. entnommen Gewebsstück niedergeschlagen.
Ein bedingungsw. anaërob. Coccus	×	+	+	Aus faulendem Material.
Bacillus prodigiosus	O	O	O	
» cyanogenus	O	O	O	
» civicida (Brieger)	O	O	O	
» Indicus ruber	O	O	O	
» typhi abdominalis	O	O	O	
» murisepticus	O	O	O	
» pneumoniae	O	O	O	
» des Schweinerothlaufs	O	O	O	
» anthracis	O	O	O	
» Havanensis	O	O	O	Von Dr. Sternberg in Havana gefunden. Chromogen.
» parvus ovatus	O	O	O	
» crassus sputigenus	O	O	O	

Organismen	10 Tage	7 Woch.	13 Woch.	
Bacillus subtilis	×	×	×	
» fluorescens liquefaciens .	×	+	+	
» alvei	×	×	+	Grünliche Flüssigkeit ohne Faserreste.
» pyogenes foetidus . . .	×	×	×	
» pyocyaneus . .	×	+	+	Grüne, schleimige Masse, welche sich in Wasser wie flüssiges Kautschuk verhält.
» butyricus . . .	O	×	+	Bräunlich gefärbt.
Wurzel-Bacillus	×	×	×	Dicke, gelbliche Masse mit Faserresten.
Booker's Bacillus A. . .	×	+	+	BOOKER, Transact. of the Americ. Pediatric Soc. 1889.
» » a. . .	×	×	×	Ebenda.
» » b. . .	O	×	×	Ebenda.
Proteus vulgaris	×	+	+	
Papaïnbacillus	×	×	×	In grosser Menge im Papaïn-Ferment.
Spirillum rubrum . . .	O	O	O	
» Cholerae asiaticae. . . .	O	O	O	
» tyrogenum . .	O	O	O	
» Finkler & Prior	×	+	+	Ein schmutziger Niederschlag aus Bacterien bestehend.
Sarcina alba	O	O	O	
» aurantiaca . . .	O	O	O	
» lutea	O	O	+	
Weisse yeast	O	O	O	
Rosa »	O	O	O	
Schwarz »	O	×	+	
Cladothrix	O	O	O	Von DR. STERNBERG in einer Pustel von Herpes Zoster gefunden.
Cladontrix	O	+	+	Von Dr. MILLER in Baltimore zufällig in einerEsmarch'schen Röhre gefunden.

Für meine Zwecke zeigten sich das Spirillum von Finkler und Prior, sowie der Bacillus des grünen Eiters als die besten. Diese Bacterien, besonders das erstere, sind im Stande, das Innere der Faser

Röhren wurden mehrere Tage im Warmen gehalten, um ihre Keimfreiheit sicher zu stellen. Stücke des Gewebes, welche nach einer der genannten Methoden gewonnen sind, halten sich unbeschränkt lange ohne Veränderung.

Die sterilisirten Röhren wurden mit einigen 50 Bacterienarten geimpft, auf 37° gehalten und von Zeit zu Zeit untersucht. Für jede Bacterienart wurden zum mindesten 3 Röhren verwendet. Sollte eine mikroskopische Untersuchung stattfinden, so wurde ein kleines Stück des Gewebes mit einer sterilisirten Platinnadel entnommen und so das Eindringen von Keimen verhütet. Die nachfolgende Tabelle berichtet über das Ergebniss einer Reihe von Versuchen.

Organismen	10 Tage	7 Woch.	14 Woch.	
Aseptisch	O	O	O	
Staphylococcus pyogenes aureus	O	O	O	
Staphylococcus pyogenes albus	O	O	O	
Ein rother Coccus	O	O	O	Findet sich häufig in der Luft von Baltimore.
Ein Luftcoccus	O	O	O	Hatte sich auf einem asept. entnommen Gewebsstück niedergeschlagen.
Ein bedingungsw. anaërob. Coccus	×	+	+	Aus faulendem Material.
Bacillus prodigiosus	O	O	O	
» cyanogenus	O	O	O	
» civicida(Brieger)	O	O	O	
» Indicus ruber	O	O	O	
» typhi abdominalis	O	O	O	
» murisepticus	O	O	O	
» pneumoniae	O	O	O	
» des Schweinerothlaufs	O	O	O	
» anthracis	O	O	O	
» Havanensis	O	O	O	Von Dr. Sternberg in Havana gefunden. Chromogen.
» parvus ovatus	O	O	O	
» crassus sputigenus	O	O	O	

Organismen	10 Tage	7 Woch.	13 Woch.	
Bacillus subtilis	×	×	×	
» fluorescens liquefaciens .	×	+	+	
» alvei	×	×	+	Grünliche Flüssigkeit ohne Faserreste.
» pyogenes foetidus . . .	×	×	×	
» pyocyaneus . .	×	+	+	Grüne, schleimige Masse, welche sich in Wasser wie flüssiges Kautschuk verhält.
» butyricus . . .	O	×	+	Bräunlich gefärbt.
Wurzel-Bacillus	×	×	×	Dicke, gelbliche Masse mit Faserresten.
Booker's Bacillus A. . .	×	+	+	BOOKER, Transact. of the Americ. Pediatric Soc. 1889.
» » a. . .	×	×	×	Ebenda.
» » b. . .	O	×	×	Ebenda.
Proteus vulgaris	×	+	+	
Papaïnbacillus	×	×	×	In grosser Menge im Papaïn-Ferment.
Spirillum rubrum . . .	O	O	O	
» Cholerae asiaticae. . . .	O	O	O	
» tyrogenum . .	O	O	O	
» Finkler & Prior	×	+	+	Ein schmutziger Niederschlag aus Bacterien bestehend.
Sarcina alba	O	O	O	
» aurantiaca . . .	O	O	O	
» lutea	O	O	+	
Weisse yeast	O	O	O	
Rosa »	O	O	O	
Schwarz »	O	×	+	
Cladothrix	O	O	O	Von DR. STERNBERG in einer Pustel von Herpes Zoster gefunden.
Cladontrix	O	+	+	Von Dr. MILLER in Baltimore zufällig in einer Esmarch'schen Röhre gefunden.

Für meine Zwecke zeigten sich das Spirillum von Finkler und Prior, sowie der Bacillus des grünen Eiters als die besten. Diese Bacterien, besonders das erstere, sind im Stande, das Innere der Faser

zu verdauen, so dass nur die Membran übrig bleibt (Taf. I Fig. 6). Es hat den Anschein, als ob die Lösung des Inneren unmittelbar an der Membran begänne, so dass bei Druck auf das Deckglas Zerreissung eintritt, wie es die Figur zeigt. Wird mit Magentaroth gefärbt, so nimmt das Innere der Faser die Farbe an, während die Membran fast ungefärbt bleibt. Oft erhält man die eigenthümlichen Bilder, welche die Taf. I Fig. 5 zeigt. Der Bacillus des grünen Eiters hat ebenfalls die Fähigkeit, das elastische Gewebe nach längerer Zeit in eine grüne, schleimige Masse umzuwandeln, in welcher nur noch die leeren Membranen suspendirt bleiben.

Meine Versuche mit aseptischen Geweben beschränkten sich zumeist auf Sehne und Reticulum und nur einige wenige Röhren enthielten elastisches Gewebe. Ihre Ergebnisse stimmen mit den Erfahrungen an sterilistirten Geweben völlig überein.

Aseptisches gelbes elastisches Gewebe, geimpft und auf 37° C. gehalten:

Keime	Nach 8 Wochen	
Bacillus prodigiosus	O	
» anthracis	O	
» indicus ruber	O	
Spirillum tyrogenum	O	
Booker's Bacillus A	×	
Bacillus butyricus	×	
» pyocyaneus	×	Eine schleimige Masse.

In verschlossenen Röhren zerstören anaërobische Pilze das elastische Gewebe ziemlich rasch und es ist dabei gleichgültig ob die Röhren mit Leuchtgas, *H*, *N* oder *O* gefüllt sind; indessen ist die Zerstörung mit *O* bedeutend langsamer als mit *N* oder *H*. Wenn z. B. elastisches Gewebe mit Gartenerde versetzt und die Röhre mit *H* gefüllt wird, so ist das Gewebe in 3—4 Tagen vollständig gelöst; wird dagegen die Röhre mit Luft gefüllt und hermetisch geschlossen, so bedarf es mehrerer Wochen. Ich erkläre mir dies in der Weise, dass die aërobischen oder die bedingungsweise anaërobischen Keime zuerst den *O* verbrauchen und dass dann erst die anaërobischen Keime das Gewebe auflösen. Dieser vorbereitende Schritt ist nicht nothwendig, wenn die Röhre von vornherein mit *H* gefüllt wird. Zur Sicherheit bemerke ich, dass aseptisches Gewebe in den genannten Gasen sich unbeschränkt ohne Veränderung erhält.

Der Vorgang der Auflösung wird noch eigenthümlicher, wenn man eine Röhre, welche sterilisirtes elastisches Gewebe und aërobische Keime enthält, die für sich allein nicht verdauen (z. B. Indicus), mit einem wirksamen anaërobischen Pilz impft. In der Gartenerde findet sich ein anaërobischer Bacillus, welcher in *H*, *N*, im gewöhnlichen Leuchtgas, auf dem Grunde der gewöhnlichen Nährlösung, in der Tiefe aber nicht an der Oberfläche von Agar-Agar-Stich-Culturen wächst, dagegen in Gelatine gar nicht fortkommt.

Dieser Pilz wächst sehr rasch und bildet in kurzer Zeit Sporen an einem Ende der Stäbchen, welche dadurch knopfförmig aufgeschwollen erscheinen. Dieser Bacillus zerstört rein cultivirt elastisches Gewebe in etwa zehn Tagen in der Luft, viel schneller jedoch in *N*, in *H* oder Leuchtgas. Wird er geimpft zusammen mit anderen Keimen, welche für sich allein das elastische Gewebe nicht zerstören, so wird seine verdauende Kraft häufig gesteigert. Dies trifft namentlich zu, wenn er ausgesäet wird zusammen mit Indicus oder Brieger's Bacillus. Wenn der Knopfbacillus, Brieger's Bacillus und elastisches Gewebe zusammengebracht werden, so findet eine Farbenreaction statt, welche dieser Combination eigenthümlich ist und benutzt werden kann, entweder um den Brieger'schen Bacillus von anderen Organismen zu unterscheiden, oder zum Nachweis des elastischen Gewebes. Die Färbung beginnt am Ende der ersten Woche in Gestalt einer rothen öligen Zone an der Oberfläche der Flüssigkeit, sie nimmt im Laufe der zweiten Woche an Intensität und Ausdehnung zu, sodass die ganze Flüssigkeit das Aussehen von Portwein bekömmt. Während der dritten Woche wird die Farbe immer schwärzer[1]). Verschiedene Arten von Bacterien — Streptecoccus, Indicus, Bacterium coli commune, B. lactis aërogenes, Schweinerothlauf, B. rubrum, Staphylococcus aureus, Denecke's spirillum, Cholera spirillum, Schweinecholera und viele von Dr. Booker's Pilzen, welche mit Brieger's nahe verwandt sind — geben diese Farbenreaction mit dem Knopfbacillus und elastischem Gewebe nicht. Ebenso wird diese eigenthümliche Reaction vermisst, wenn der Knopfbacillus und Brieger's Bacillus in einfacher

1) Booker hat diese Methode mit Erfolg gebraucht, um den Brieger'schen Bacillus von anderen scheinbar identischen zu trennen. Transactions of the Americ. Pediatric Soc. Vol. I. 1889.

Bouillon, Milch, Agar, Wasser, saurer alkalischer oder neutraler Gelatine oder in Organen, welche kein elastisches Gewebe enthalten, ausgesäet wird.

g. *Fäulniss.*

Wenn man das Lig. nuchae faulen lässt, so wird es in wenigen Tagen vollkommen zerstört. Zuerst fällt das Innere der Fasern zu Krümeln auseinander, wird später völlig verflüssigt, worauf dann auch die Membran zerstört wird. Ich fand in der Regel, dass der Papaïn-Bacillus das elastische Gewebe rascher zerstört als die Fäulnisspilze, vorausgesetzt dass die letzteren nicht mit grösseren Mengen organischer Substanz verunreinigt sind. Wird das Gewebe mit Wasser angesetzt und an einem kühlen Ort gehalten, so löst sich das Innere der Faser allmählich auf, ohne zuerst zu zerkrümeln, wobei eine grosse Zahl leerer Membranen zurückbleibt. Wird das elastische Gewebe auf 37 Grad gehalten, so sind die Membranen in zwei Wochen leer und sie selbst in 3 Monaten vollständig gelöst. Bei 20° bedarf es 3 Monate zur Reinigung der Membranen und 6 Monate zur vollständigen Lösung. Bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur werden die Membranen nicht vor dem Ende des 8. Monats leer. Bei Versuchen dieser Art muss man verhindern, dass in dem Wasser organische Substanzen oder Protococci sich anhäufen, in jedem dieser Fälle tritt die Lösung des Gewebes viel rascher ein.

Die Zerstörung der Faser kann nicht durch einen directen Angriff der Pilze auf das Gewebe stattfinden, denn ich habe dieselben niemals im Innern der Fibrillen gesehen. Es mag sein, dass die Pilze Gase entwickeln, welche die Lösung des Elastins bewirken, denn es ist bekannt, dass die Fäulnissgase organische Substanzen zerstören können. Es ist indessen viel wahrscheinlicher, dass die Lösung durch die flüssigen Ausscheidungsproducte der Pilze (Ptomaïne) bewerkstelligt wird. Ich muss indessen doch bemerken, dass es mir niemals gelungen ist, solche Substanzen von den Keimen zu trennen.

h. *Pathologische Veränderungen.*

Ich habe die Veränderungen des elastischen Gewebes bei der Pleuro-Pneumonie des Rindes und bei der menschlichen Tuberculose

untersucht. Nur im letzteren Falle habe ich werthvolle Aufschlüsse bekommen. Wenn das Centrum eines Tuberkels zu verkäsen beginnt, so gehen die elastischen Fasern an dieser Stelle allmählich zu Grunde. Zuerst findet man im Inneren die Querstreifung (Taf. I Fig. 8) und dann tritt allmählich Lösung ein, wobei nur die Membranen zurückbleiben. Ich will hier bemerken, dass sich zur Untersuchung frische Schnitte vom Gefrier-Mikrotom am besten eignen, aus welchen man durch Schütteln im Wasser und in *KOH* den Tuberkel entfernt. Der zarte Schnitt kann dann auf dem Objectglas ausgebreitet und mit einem Tropfen Magenta-Lösung bedeckt werden (Wasser 50 g, Glycerin 50 g und ein Korn Magentaroth). Der Rest des Faserinhaltes nimmt fast augenblicklich das Magenta auf, während die Membran ungefärbt bleibt. Taf. I Fig. 7 ist von einem derartigen Präparat gezeichnet. In der Peripherie des Tuberkels findet man die Faser unverändert, während im Inneren nur die leeren Membranen übrig sind; man sieht demnach, dass die Zerstörung des elastischen Gewebes durch pathologische Processe in derselben Weise vor sich geht, wie durch die Verdauung oder Fäulniss.

i. Structur.

Nach dem Obigen kann nicht bezweifelt werden, dass die elastischen Fasern aus zwei verschiedenen Substanzen bestehen: dem Faserinhalt, welcher sich mit Magenta intensiv färbt und der Membran, welche dies nicht thut. Ob die zwei Substanzen den beiden Verdauungsproducten Elastinpepton und Hemielastin entsprechen, ist noch nicht nachgewiesen. Der Faserinhalt ist der stark lichtbrechende Bestandtheil, wahrscheinlich zähe und wie ich glaube nur aus einem Stoff bestehend. Die Erfahrung, dass bei Verdauung Querstreifen auftreten, legt den Gedanken nahe, dass es sich zum mindesten um zwei Stoffe handle. Wenn man aber berücksichtigt, dass die Zerstückelung nach allen Richtungen vor sich geht, anfangs gewöhnlich in der Quere, später der Länge nach, so muss man die Anschauung aufgeben.

Die Membranen sind scheinbar homogen, obwohl man, wenn das Präparat nicht ganz gereinigt ist, häufig Längsstreifung beobachtet. Sie widerstehen kochender Essigsäure und verdauen sich in Pancreatin, Eigenschaften, wodurch sie sich von dem Reticulum



und dem weissen fibrösen Gewebe unterscheiden. Die reinen Membranen schrumpfen stark in Pikrinsäure.

Ich habe ferner die gefensterten Membranen von Henle untersucht. Sie können durch Kochen in Essigsäure oder *KOH* isolirt werden. Das letztere Verfahren ist besser. Die kleineren Membranen, welche sich aus den Gekröse-Arterien isoliren lassen, können mit einer Scheere aufgeschnitten, auf einem Objectglas augebreitet und mit Magenta oder Pikrocarmin gefärbt werden. Beide Färbungen zeigen, dass die Öffnungen mit einem zarten Häutchen überdeckt sind. Werden die Membranen mit dem Bacillus von Finkler & Prior, mit Papaïn oder durch langsame Fäulniss verdaut, so zerfällt das Innere in Körner, welche sich mit Magenta intensiv färben, aber immer noch von dünnen Membranen nach beiden Seiten begrenzt sind. Diese letzteren enthalten keine Öffnungen und sind wie ich glaube identisch mit der Membran der elastischen Faser. Sie färben sich mit Pikrinsäure nur schwach, wie dies auch die Membranen der elastischen Fasern thun. Werden die Henle'schen Membranen isolirt und mit Pikrocarmin gefärbt, so findet man eine ähnliche Schattirung über den sogenannten Öffnungen. Die Henle'sche gefensterte Membran besteht demnach aus drei Lagen: einem oberen und unteren durchsichtigen Häutchen ohne Lücken, welche identisch sind mit den Membranen der elastischen Fasern; dann aus einer mittleren Lage, welche das Magentaroth annimmt und identisch ist mit dem Inneren der elastischen Fasern. Diese mittlere Lage enthält die Öffnungen.

k. Vertheilung.

Auf Grund von Untersuchungen, mit welchen ich noch beschäftigt bin, ist es mir wahrscheinlich, dass elastisches Gewebe sich nur in solchen Wirbelthieren findet, welche ein knöchernes Skelett haben. Ich war nicht im Stande elastisches Gewebe bei wirbellosen Thieren zu finden.

l. Entwickelung.

Bei der Untersuchung der Entwickelung des Lig. nuchae habe ich mich stets bestrebt dasselbe zu isoliren, so dass es chemisch geprüft werden konnte. In Hunde-Embryonen von 6, 8,5, 10 und 13,5 mm Länge fehlt jede Spur des Lig. nuchae. Ich wendete mich daher an

Embryonen von Rindern, indem ich ausging von einem Lebensalter, in welchem das Lig. bereits gut entwickelt war und dann schrittweise immer frühere Stadien vornahm. In einem Embryo von 13 cm Länge ist das Lig. bereits sehr gross, aber nicht elastisch. Unter dem Mikroskope findet man es zum grössten Theil zusammengesetzt aus weissem, fibrösen Gewebe, welches beim Kochen verschwindet und ein zierliches Netzwerk feinster elastischer Fasern zurücklässt. In jüngeren Embryonen konnten diese Fasern nicht nachgewiesen werden.

In sehr jungen Wirbelthierembryonen, sowie in wirbellosen Thieren besteht ein grosser Theil des Skeletts aus bipolaren und multipolaren Zellen. Dieselben lassen sich sehr gut nachweisen in dem Schwanz der Kaulquappe. Sehr schöne unipolare Zellen, welche in lange, zarte, homogene Fasern auslaufen, finden sich in Cephalopodenaugen. Ebenso ist das Lig. nuchae in einem sehr frühen Stadium zusammengesetzt aus einer grossen Zahl bipolarer Zellen und langen Fasern des weissen fibrösen Gewebes. In Rinderembryonen von 4—7 cm Länge quellen die Fasern nicht mit Essigsäure, auch lässt sich ihr Zusammenhang mit den bipolaren Zellen nicht nachweisen. Nach ihrem chemischen Verhalten scheinen sie eher aus Mucin als aus Collagen zu bestehen. Es konnte keine Reaction nachgewiesen werden, welche auf gelbes elastisches Gewebe deutet. In Embryonen von 7—10 cm Länge finden sich sehr deutliche weisse Fasern. Von diesem Zeitpunkte an, wenn die Knochen zu ossificiren beginnen, findet sich auch elastisches Gewebe in dem Lig. nuchae.

Es wird allgemein angenommen, dass Fibrin, Keratinfasern (Schalenmembran) und Chitinfasern nicht als Verlängerungen von Zellen gebildet werden. Sie sind zu betrachten als Ausscheidungsproducte der Zellen oder als erhärtete Intercellularsubstanz. So ist z. B. Fibrin im frischen Zustande leicht verdaulich in verdünnter Salzsäure, während alte fibriöse Exsudate sehr widerständig sind und selbst in conc. HCl und HNO_3 nicht zerstört werden. Dies ist ein Beispiel einer fortschreitenden Unlöslichkeit einer zarten Faser. Man muss bei der Entwicklung des elastischen Gewebes einen ähnlichen Vorgang annehmen. Zuerst wird das Gewebe angelegt als ein äusserst zartes Fasernetz, welches allmählich dicker wird. Man kann sich kaum anders vorstellen, als dass besondere Arten von

Bindegewebsfibrillen auch von besonderen Zellen stammen. Elastisches Gewebe findet sich in allen Thieren, welche ein knöchernes Skelett besitzen und es erscheint im Embryo, sobald die Knochen zu ossificiren beginnen.

II. Weisses fibröses und reticulirtes Gewebe.

Die Reactionen des weissen fibrösen und des reticulirten Gewebes sind einander in verschiedenen Punkten so ähnlich, dass ich sie zusammen besprechen muss. Die Trennung vom gelben elastischen Gewebe geschieht sehr leicht vermittelst Pancreatin oder Papaïn. Die nachstehende Tabelle giebt Auskunft über einige der wichtigsten Unterschiede.

	Pancreatin	Papaïn	Kochende Säure	Kochende *KOH*	Pancreatin, Osmiumsäure, Kochen, Pancreatin	Färb. mit Magenta	Giebt Gelatine	Nach Lösung in kochender *HCl*	
								Essigs. Blei	Alkohol
Elastisches Gewebe .	+	+	O	O	+	+	O		
Weisses fibröses Gew.	O	O	+	+	+	O	+	O	Niederschl.
Reticulum	O	O	+	+	O od. ×	O	O	Niederschl.	O

Wenn ich Proben mit Reticulum oder Sehne anstellte, habe ich fast immer Zellen und elastische Fasern durch Pancreatin entfernt. Auch gesättigte Sodalösung oder Kochsalzlösung von 10% zeigten sich tauglich zur Entfernung der Zellen.

a. Kochen.

Wird eine Sehne gekocht, so verkürzt sie sich und kann nicht mehr auf ihre ursprüngliche Länge gebracht werden. Wird aber die Sehne gespannt und dann in kochendes Wasser gebracht, so lässt sich die Verkürzung vermeiden und nach dem Abkühlen ist das Gewebe scheinbar unverändert. Wursthäute verkürzen sich nicht noch quellen sie auf, wenn die Würste selbst durch längere Zeit gekocht werden. Wird dagegen die leere Submucosa in

kochendes Wasser gebracht, so schrumpft sie zu einer unscheinbaren Masse zusammen.

Reticulirtes Gewebe schrumpft ebenfalls beim Kochen, quillt aber nach mehreren Minuten wieder auf und löst sich später. Sowohl Sehne wie Reticulum schrumpfen bei 72° C., wird das Reticnlum nur für einen Augenblick mit 0,5 % Osmiumsäure behandelt, so schrumpft es erst bei 95° C. und löst sich beim Kochen in verdünnter *HCl* erst 1—2 Stunden später als die Sehne. Sind Reticulum oder Sehne einmal geschrumpft, so verdauen sie sich sehr rasch mit Pancreatin oder Papaïn, auch werden sie durch Fäulniss rasch zerstört.

b. Säure.

In kalter Essigsäure verschiedener Stärke schwillt die Sehne gewöhnlich an, wie die folgende Tabelle zeigt:

Essigsäure in Procenten	1 Stunde	2 Tage	7 Tage	11 Tage
1/100	O	O	O	O
1/80	O	O	O	O
1/60	O	O	O	O
1/40	O	O	O	O
1/30	O	O	O	O
1/20	O	×?	×	×
1/10	O	×?	×	×
1/2	×	×	×	×
1	×	×	×	×
2	×	×	×	×
3	×	×	×	×
4	×	×	×	×
5	×	×	×	×
6	×	×	×	×
12	×	×	×	×
25	×	+		
100	Durchsichtig.			

In concentrirter Säure quellen die Fasern nicht auf, in Säure von 25% werden sie gelöst und unter 1/20 % bleiben sie unverändert. In halbprocentiger Säure können die Fasern über ein halbes Jahr liegen; ihre Zerstörung wird durch eine derartige Behandlung nicht begünstigt.

Das Verhalten zu *HCl* verschiedener Stärke ist viel bemerkenswerther; die Fähigkeit zu quellen liegt zwischen 0,01 und 6%.

HCl	1	2	3	4	5	6	7	15	30 Tage
Wasser	O	O	O	O	O	O	O	O	O
$^1/_{5000}$	O	O	O	O	O	O	O	O	O
$^1/_{500}$	O	O	O	O	O	O	O	O	O
$^1/_{400}$	O	O	O	O	O	O	O	O	O
$^1/_{300}$	O	O	O	O	O	O	O	O	O
$^1/_{200}$	O	O	O	O	O	O	O	O	O
$^1/_{100}$	×[1]	×	×	×	×	×	×	×	×
$^1/_{50}$	×	×	×	×	+				
$^1/_2$	×	×	×	×	×	×	×	×	+
1	×	×	×	×	×	×	×	×	+
2	×	×	×	×	×	×	×	×	+
3	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4	×	×	×	×	×	×	×	×	×
5	fast durchsichtig							×	×
6	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O	O	O	O[2]	O[2]
9	O	O	O	O	O	O	O	O[2]	O[2]
10	O	O	O	O	O	O	O	O[2]	O[2]
25	O	O	×	×	×	+			
50	O	×	×	+					
75	×	+							
100	+[3]								

Es ist schwierig, die gleiche Reaction mit reticulirtem Gewebe anzustellen, weil dasselbe niemals so durchsichtig wird. So weit es sich beurtheilen lässt, quillt es in verdünnter Säure bis 3 %, bleibt unverändert zwischen 3 und 10 %, während es von 25 % oder noch höheren Concentrationen in 24 Stunden zerstört wird.

Nach Behandlung mit verdünnter Säure löst sich die Sehne viel leichter beim Kochen als das Reticulum. Schnitte aus reticulirtem Gewebe, welche durch die Säure gequollen sind, schrumpfen zuerst beim Kochen, breiten sich aber dann wieder aus und bleiben in diesem Zustande lange Zeit, bevor sie in Stücke fallen.

In den Versuchen, über welche die folgende Tabelle Auskunft giebt, wurden die Gewebsstücke vor dem Kochen eine Stunde lang in Säure gelegt.

---

1) Quellung begann nach 2 Stunden.
2) Das Gewebe eigenthümlich verändert, locker und wellig.
3) Zuerst Schrumpfung wie beim Kochen, dann Zerfall.

HCl in Proc.	Sehne zerstört in	Reticulum zerstört in
$^1/_2$	1 Min.	18 Min.
$^1/_4$	1 »	20 »
$^1/_8$	2 »	24 »
$^1/_{16}$	2 »	20 »
$^1/_{32}$	2 »	96 »
$^1/_{64}$	2 »	143 »
Wasser	25 »	126 »

Sehnen von verschiedenen Orten desselben Körpers, sowie von verschiedenen Thieren zeigen theilweise abweichendes Verhalten; so sind z. B. die Sehnen der Ratte widerständiger als die des Frosches und die Sehnen des Hundes übertreffen die der Ratte.

Unter dem Deckglas bringt die verdünnte Säure nicht immer die Quellung hervor. Liegen die Fibrillen frei, so quellen sie stets, durch Spannung oder Druck kann es aber verhindert werden. Der Druck, welcher häufig auf das Deckglas ausgeübt werden muss um gute Bilder zu erhalten, genügt oft um die Quellung zu verhindern oder giebt der bereits gequollenen Faser ihre frühere scharfe Contour wieder zurück. Dies gilt namentlich für das reticulirte Gewebe, weil die Fasern nach allen Richtungen zusammenhängen, wodurch ihre Spannung auf Druck begünstigt wird. Wird z. B. reticulirtes Gewebe in eine grosse Menge 20 %ige Essigsäure gebracht, sodann auf dem Objectträger ausgebreitet und mit einem Deckglas bedeckt, so lässt sich durch Druck der Schnitt noch weiter verbreitern, wobei die Fasern gespannt werden und wieder ihre frühere scharfe Begrenzung erhalten.

c. *Alkali.*

Kaltes *KOH* oder *NaOH* zeigen sehr ausgesprochene Unterschiede zwischen reticulirtem und weissem fibrösen Gewebe (man vergleiche die beiden folgenden Tabellen mit der auf Seite 301).

Sehne.

KOH in Proc.	1	2	4	6	12	44 Tage	
1	×	×	×	×	×	×	Keine deutliche Quellung, sie wurde nur durchsichtig.
2	×	×	×	×	×	+	
5	×	+					
10	×	+					
20	+						
40	+						

Reticulum.

KOH in Proc.	1	2	4	6	12	14 Tage	
1	O	O	O	O	O	O	Das Verhalten ist sehr ähnlich dem elastischen Gewebe.
2	O	O	O	O	O	O	
5	O	O	×	×	+		
10	O	+					
20	+						
40	+						

Die Unterschiede sind noch grösser, wenn man die beiden Gewebe mit kochender *KOH*-Lösung behandelt. In sehr starker Lauge lösen sich Sehne und Reticulum, bevor der Siedepunkt erreicht ist.

	Zur Lösung nöthige Zeit.	
KOH in Proc.	Sehne	Reticulum
10	unter d. Siedepunkt	unter d. Siedepunkt
5	»	»
2	15 Sec.	45 Sec.
1	30 »	90 »
$^1/_2$	1 Min.	6 Min.
$^1/_4$	1 »	14 »
$^1/_8$	2 »	35 »
$^1/_{16}$	3,5 »	65 »
$^1/_{32}$	5 »	165 »
$^1/_{64}$	8 »	240 »
Wasser	25 «	265 »

Das Reticulum stammte aus der Milz. Die Milzkapsel löste sich zuletzt, obwohl das elastische Gewebe entfernt war.

d. Pepsin.

Im Magen des Hundes scheinen sich Sehnen nicht schneller zu lösen als elastisches Gewebe. In Gewebstücken, welche reich an Bindegewebe sind, löst der Magensaft die weissen fibrösen Theile nicht früher als die elastischen. Ich habe noch niemals gequollene Sehnen im Mageninhalt angetroffen. Die Faserbündel sind scharf begrenzt, weiss und scheinen sich, ohne durch den gequollenen Zustand hindurch zu gehen, zu lösen.

Im künstlichen Magensaft dagegen löst sich die Sehne viel rascher als das elastische Gewebe. Das starke Pepsin von Parke, Davis & Co. löst die Sehne in 5—30 Minuten, während im Reticulum und elastischen Gewebe erst zu dieser Zeit die Verdauung beginnt und ungefähr 2 Stunden für das Reticulum und 3 für das

elastische Gewebe zur Lösung nöthig sind. Ich habe 2 oder 3 Sehnen hintereinander in einer salzsauren Pepsinlösung verdaut, bevor das Reticulum gelöst wurde.

e. Pancreatin.

Während eine starke Lösung von Pancreatin das Lig. nuchae in 3 Stunden löst, bleiben die Sehne oder das Reticulum auch bei mehrtägigem Verweilen unverändert. Sehnen vom Frosch wurden 3 Tage hindurch mit Pancreatinlösungen behandelt, welche täglich erneuert wurden, es trat aber keine Verdauung ein. Dabei sind die Sehnen des Frosches weniger widerständig als die der höheren Thiere.

Es ist wiederholt angegeben worden, dass Sehnen, welche einmal angesäuert waren, von Pancreatin verdaut wurden. Ich habe Sehnen eine halbe, 1, 2, 3 und 20 Stunden in halbprocentige Salzsäure gelegt und hinterher 24 Stunden in fliessendem Wasser ausgewaschen. In eine sehr kräftige Pancreatinlösung eingetragen und auf 27% C. gehalten zeigten sie sich nach 24 Stunden unverändert. Ebensowenig wurden sie verdaut, nachdem sie 4 Monate lang in halbprocentiger Essigsäure gelegen hatten. Pancreatin ist nicht einmal im Stande, die durch Pepsin und *HCl* begonnene Verdauung zu vollenden. Dasselbe gilt für das Reticulum.

Sobald Sehne und Reticulum gekocht worden sind, werden sie von Pancreatin leicht verdaut.

f. Papaïn.

Die Wirkung von Papaïn auf Reticulum und weisses fibröses Gewebe ist dieselbe wie von Pancreatin. Werden die Gewebe in Papaïnlösung gebracht, welche jeden Tag erneuert wird, so zeigt sich nach 4 Tagen noch keine Verdauung. Dieses ändert sich auch nicht, wenn die Gewebe vorgängig mit starker oder mit schwacher Essigsäure oder schwacher *HCl* behandelt und hinterher gründlich gewaschen werden.

g. Mehrfache Einwirkungen.

Werden Sehne oder Reticulum für eine halbe Minute oder länger in eine halbprocentige Osmiumsäure gelegt, so werden sie ausser-

ordentlich widerständig und sind selbst in kochender HCl (½%) nur mit Schwierigkeit zur Lösung zu bringen.

Frische Stücke der Sehne und Schnitte aus Lymphdrüsen wurden über Nacht in Pancreatin gelegt, gut ausgewaschen und in halbprocentige Osmiumsäure eine Minute lang gebracht, worauf sie neuerdings mit Wasser gut ausgewaschen wurden. Die Stücke wurden verschieden hoch erhitzt und neuerdings in Pancreatin gebracht.

Nr.	C⁰	Wirkung der Hitze	Pancreatin 18 Stunden
1	64	Keine Schrumpfung	Weisse Fasern und Reticulum unverändert
2	69	» »	» » » » »
3	74	» »	» » » » »
4	78	» »	» » » » »
5	85	Schrumpfung	» » » » »
6	95	Starke Schrumpfung	Weisse Fasern gelöst, Reticul. unverändert.

Das Ergebniss von Nr. 6 legt die weitere Untersuchung der Temperaturen zwischen 90 und 98⁰ nahe.

Sehne.

Pancreatin 18 Stunden, ½% Osmiumsäure 1 Min., Auswaschen in Wasser.

Nr.								
Nr. 1	erhitzt auf 90⁰	in Pancreatin nach 20 St. gelöst	Die Stücke haben eine bräunliche Färbung angenommen.
2	» » 95	» » » » » »	
3	» » 96	» » » » » »	
4	» » 96,5	» » » » » »	
5	» » 97,5	» » » » » »	
6	» » 98,0	» » » » » »	

Reticulum.

Pancreatin 18 Stunden, ½% Osmiumsäure 1 Min., Auswaschen in Wasser.

Nr.					
Nr. 1	erhitzt auf 90⁰	in Pancreatin nach 20 St.	○		
2	» » 95	» » » » »	×		
3	» » 96	» » » » »	×	Sehr brüchig und etwas gequollen.	Schwärzliche Färbung.
4	» » 96,5	» » » » »	×		
5	» » 97,5	» » » » »	×		
6	» » 98	» » » » »	×		

Die Wirkung der Erhitzung auf 90° C. wurde weiterhin genauer untersucht, indem ich die Gewebstücke verschieden lange in der Osmiumsäure liess. Die Verschiedenheit zwischen weissem fibrösen Gewebe und Reticulum zeigte sich stets deutlich, wenn die Stücke nicht über eine Stunde in der Osmiumsäure blieben. Wurde diese Frist überschritten, so wurde das Reticulum bei der zweiten Einwirkung des Pancreatin gelöst.

Ich versuchte ferner MÜLLER's Flüssigkeit, Platinchlorid und *HCl* bei verschiedenen Temperaturen und Zeiten, fand aber, dass durch sie Reticulum und weisses fibröses Gewebe nicht getrennt werden konnten.

h. Fäulniss.

Sehnen erhalten sich bei 37° C. oder bei Zimmertemperatur Monate, ja selbst Jahre lang ohne zu zerfallen, vorausgesetzt, dass das Wasser von Zeit zu Zeit gewechselt wird. Lässt man eine Thierleiche bei 37° C. liegen, so lösen sich die Sehnen in wenigen Tagen. Das Verhalten des Reticulums ist ziemlich dasselbe, es zersetzt sich nur etwas leichter. In kleinen Mengen Wasser zerfallen die Fasern des Reticulums bei 37° C. in etwa 2 Wochen, bei Zimmertemperatur etwa in 3 Monaten. Die Submucosa zersetzt sich leichter als die Sehne; in Wasser, welches von Zeit zu Zeit erneuert und auf 37° C. gehalten wird, zerfällt sie in 3—4 Wochen; wird dagegen ein ganzes Darmstück in Wasser gelegt, so verschwindet die Submucosa schon in einer Woche. Die zwei letzten Fälle entsprechen der früheren Beobachtung, bei welcher das eine Stück Sehne nur in Wasser, das andere Stück in faulender Materie verblieb. Im Wasser ist stets reichlich *O* vorhanden, während die faulenden Substanzen Gase enthalten, welche das Wachsthum der anaërobischen Keime begünstigen.

Die Sehne zerfällt in 3—7 Tagen in einer Atmosphäre von Leuchtgas, *H*, *N* oder Fäulnissgasen. Besonders befördert wurde die Zersetzung durch die letzteren, wenn ich sie durch die Proberöhren, welche die Sehne enthielten, hindurch leitete. Die meisten Versuche wurden mit Leuchtgas angestellt, welches durch eine im Thermostaten stehende Flasche geleitet wurde. Die Röhren, welche sich in der Flasche befanden, wurden daher beständig von frischem



Gas bespült und dadurch die Anhäufung von Fäulnissgasen verhindert. Unter diesen Umständen zerfallen Sehnen meistens innerhalb einer Woche. Wenn zwei Stücke der Sehne in Bouillon-Röhren gebracht werden, von welchen die eine Röhre zugesiegelt wird, so zerfällt die Sehne in der verschlossenen Röhre bei 37° C. innerhalb einer Woche, während das Stück in der offenen Röhre in der Regel unverändert bleibt. Wenn die verschlossene Röhre statt mit Luft mit Leuchtgas gefüllt wird, so geht der Zerfall viel rascher vor sich. Wird ein Stück Sehne in eine mit Wasser gefüllte Röhre gebracht, mit Gartenerde bedeckt und versiegelt, so zerfällt es sehr rasch.

Alle diese Versuche beweisen, dass die Zerstörung der Sehne durch anaërobische Pilze stattfindet und nicht durch aërobische. In den mit Luft gefüllten und verschlossenen Röhren müssen organische Substanzen anwesend sein, welche die Zerstörung begünstigen; sie reichen hin zur Nahrung für die aërobischen Keime, welche den freien *O* bald aufbrauchen und dadurch die Vermehrung der rein anaërobischen, sowie der bedingungsweise anaërobischen Keime ermöglichen. Gartenerde ist ein besonders kräftiges Zerstörungsmittel, weil sie an sehr wirksamen Zersetzungskeimen reich ist.

Sehnenstücke, welche in ½%iger Essigsäure, oder in ½% *KOH*, 1, 10, 30 Min., 1, 2, 3 und 4 Stunden, 1, 2, 5 und 10 Tage gelegen haben und darauf mit Wasser gründlich gewaschen sind (3 Stunden bis 3 Tage lang je nach der Länge der Zeit, welche sie in der Säure oder im Alkali verweilt hatten), werden nicht zersetzt, wenn man sie 3 Monate lang in Wasser von 37° C. stehen lässt. Ebenso erhalten sich Sehnen in ½%iger Essigsäure Monate lang, und in ½%iger *KOH* über ein Jahr.

Die Zerstörung der Sehne durch Fäulniss giebt niemals Aufschluss über die Structur der Fibrillen. Zuweilen wird das Gewebe in eine gelatinöse Masse umgewandelt, in welcher die Fibrillen enden. Beobachtet man den Übergang genauer, so findet man, dass die Fasern zuerst anschwellen und dann zusammenfliessen.

Durch Kochen wird die Zersetzung sehr begünstigt. Ist die Sehne einmal kurze Zeit gekocht worden, so wird sie von allen Pilzen gelöst, welche Gelatine verflüssigen. Die folgende Tabelle bezieht sich auf Versuche, bei welchen die Sehne kurze Zeit gekocht und dann in Wasser von 37° C. gelegt wurde.

Dauer des Kochens	Zeit des Liegens in Wasser von 37° C.			
	1	4	7	9 Tage
1 Min.	O	O	×	+
10 »	O	×	×	+
30 »	O	×	×	+
1 Stunde	O	×	+	
2 »	O	×	+	
3 »	O	×	+	

Da der Versuch, Reinculturen auf aseptischen Stücken der Sehne oder der Milz zu erzeugen, grosse Schwierigkeiten hat, so verfüge ich nur über eine kleine Zahl von Beobachtungen. Die Gewebe wurden in Röhren mit sterilisirtem Wasser eingetragen, bei 37° C. eine Woche lang stehen gelassen, um sich von der Keimfreiheit zu überzeugen und darauf mit verschiedenen Pilzen besäet. Nach Verlauf von 2 Monaten wurden die Röhren untersucht. In keinem Falle war das Reticulum verändert. Rosa Hefe, weisse Hefe, sowie Bac. prodigiosus machen die Sehne sehr brüchig; die Fibrillen waren indessen ganz scharf erhalten, quollen in Säure oder Alkali und gaben beim Kochen Gelatine.

Bacterien	Sehne		Reticulum
Bac. butyrius	O		O
Indicus	O		O
Grüner Eiter	O		O
Finkler & Prior	O		O
Denecke	O		O
Schwarze Hefe	O		O
Rosa Hefe	×	Sehr brüchig	O
Weisse Hefe	×	und	O
Prodigiosus	×	zerfallend	O
Anthrax	O		O

i. Gelatine.

Die Schleimhaut des Darmes enthält weder elastische noch fibröse Fasern, sie ist vielmehr ausschliesslich aus reticulirtem Gewebe gebaut. Hierdurch wird ermöglicht, die chemischen Eigenschaften dieses Gewebes zu studiren. Die Schleimhaut kann auf folgende Weise in grosser Quantität erhalten werden: Der Darm eines Hundes wird von den Ansatzpunkten des Mesenteriums abgerissen und dann abgeschabt, am besten indem man ihn zwischen

den beiden Handgriffen einer starken Scheere durchzieht; dabei werden die Muskelschichten von der Aussenseite der Submucosa abgestreift, und ebenso die Mucosa von der inneren Seite. Mit ein wenig Sorgfalt lässt sich leicht verhüten, dass die Schleimhaut sich mit der Muskelhaut vermengt. Man kann die Gewebe auch aus dem Schlachthaus beziehen, aber man bekommt sie dort nie rein; die Schleimhaut ist gewöhnlich vermengt mit Submucosa und Muscularis. Nach einiger Übung lernt man, diese Beimengungen zu entfernen.

Die freie Mucosa wird nun mit Wasser gründlich gewaschen, mit Soda und Pancreatin verdaut und darauf neuerdings ausgewaschen. Man erhält auf diese Weise das Reticulum ganz rein ohne irgend welche Zellen und ohne Bindegewebe.

Soll auf Gelatine geprüft werden, so darf die Schleimhaut vor dem Kochen nicht mit Alkali oder Pancreatin behandelt werden. Durch ihre Wirkung auf das weisse fibröse Gewebe wird die Extraction der Gelatine sehr erschwert. Bei allen Prüfungen auf Gelatine wurde die Schleimhaut gekocht, wobei gleichzeitig ein Stück Sehne in einer grossen Menge Wasser zur Controle beigesetzt wurde. Ungefähr alle 2 Stunden wurde der kochenden Flüssigkeit eine Probe entnommen, bis zur Syrupdicke eingedampft und dann auf Eis gesetzt. Ergab der Controlversuch die Anwesenheit einer grösseren Menge Gelatine, so wurde der Schleimhaut-Extract zum Syrup eingeengt und auf Eis gesetzt. Wiederholte Versuche ergaben niemals auch nur eine Spur von Gelatine in der Schleimhaut. Gleichgültig ob kleine Stücke oder die ganze Schleimhaut von einem oder mehreren Hunden gekocht wurde, niemals fand sich Gelatine vor. So gab z. B. 1 kg Schleimhaut keine Spur Gelatine, dagegen 0,1 g Sehne eine deutlich nachweisbare Menge.

Die Milz und die Lymphdrüsen (ohne Kapsel), die Rinde der Niere gaben beim Kochen keine Gelatine ab. Die Lunge und die Leber, aus welcher die Bronchien bez. die Glisson'sche Kapsel sorgfältig entfernt worden waren, gaben nur eine Spur von Gelatine.

Wenn Sehne oder Reticulum nur kurze Zeit mit verdünnter Säure oder Alkali, Soda, Barytwasser, Kalkwasser oder Pancreatin behandelt werden, so lösen sie sich rasch beim Kochen, geben aber

in der Regel keine Gelatine. Nach Verdauung in Pancreatin löst sich die Sehne in $\frac{1}{2}$%iger *HCl* innerhalb 4 oder 5 Min., Reticulum in 10 bis 12 Min.

Haben verschiedene Bacterien auf die Sehne durch längere Zeit eingewirkt ohne sie zu zerstören, so geben die Fibrillen beim Kochen noch immer Gelatine.

j. Chemische Unterschiede.

Dr. SIEGFRIED, welcher mit Untersuchung dieser Gewebe beschäftigt ist, theilt mir vorläufig Folgendes mit:

Wird reticulirtes Gewebe, welches nach der oben beschriebenen Methode aus der Darmschleimhaut dargestellt ist, durch Kochen in $\frac{1}{2}$%iger *HCl* gelöst, so entsteht auf Zusatz von essigsaurem Blei ein Niederschlag, nicht aber mit Alkohol. Wird dagegen die Sehne in derselben Weise behandelt, so erhält man einen Niederschlag mit Alkohol, nicht aber mit essigsaurem Blei. Die Untersuchung dieser Niederschläge wird noch weiter geführt.

k. Vergleich mit anderen homogenen Fibrillen.

Fibrin könnte dem Aussehen nach leicht mit reticulirtem Gewebe verwechselt werden, hat aber ganz andere Reactionen. Frisches Fibrin löst sich leicht in verdünnter Säure oder in Pancreatin. Altes Fibrin, wie z. B. in fibrinösen Ablagerungen wird ausserordentlich widerständig und löst sich nicht in kochender Essigsäure von 20%, in kalter concentrirter *KOH*, H_2SO_4, *HCl*, HNO_3 auch nicht in Nitrosylchlorid oder Königswasser. Bleibt es eine Stunde lang in letzterem liegen, so wird es meistens gelatinös und zerfällt dann.

Eine Verwechselung des Reticulums oder der Sehne mit Keratinfasern kann nicht stattfinden. Keratin-Fibrillen sind sehr widerständig gegen starke Säuren oder Alkali und es war mir unmöglich, sie durch verschiedene aërobische und anaërobische Pilze zu zerlegen. Wiederholte Versuche mit Gartenerde in Röhren, welche mit *H* gefüllt waren, zeigten keine Zerstörung von Schalenmembranen nach 6 Monaten. Durch Pepsin wurden sie nicht angegriffen, dagegen verdaut sie Pancreatin in der Regel in 4 Tagen.

Die Dottermembran der Hühnereier löst sich leicht in Pancreatin, dagegen nur mit grosser Schwierigkeit in Pepsin. Im halb

verdauten Zustande hat sie zuweilen das Ansehen, als ob sie aus sehr feinen Fasern zusammengesetzt wäre. Neuro-Keratin, obgleich sehr brüchig, ist widerständiger gegen die Reagentien als Schalenmembranen, Eimembranen oder Haare. Glia-Gewebe wird in Wasser leicht zerstört (RANVIER[1]) und ist wahrscheinlich nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit Zellen. Sehr schöne Präparate von Gliagewebe mit Upson's Carmin[2]) gefärbt wurden mir von Dr. HODGE zur Verfügung gestellt. Die Fibrillen bilden ein enges Netzwerk, welches sich in allen Ebenen ausbreitet. Auf dem medicinischen Congress in Berlin zeigte WEIGERT Schnitte vom Rückenmark, in welchen nur die Glia gefärbt war. Die Bilder hatten mit dem Aussehen des reticulirten Gewebes die grösste Ähnlichkeit. Da indessen die Glia durch Pancreatin verdaut wird und sich so leicht im Wasser löst, so ist eine Verwechselung der beiden Gewebe nicht möglich.

Sarcolemm. CHITTENDEN[3]) hat gezeigt, dass das frische Sarcolemm von Pancreatin verdaut wird, dagegen nach Behandlung von Osmiumsäure der Einwirkung widersteht. Auf diese Weise kann es vom elastischen Gewebe leicht getrennt werden. Wird das Sarcolemm mit Osmiumsäure behandelt und dann gekocht, so widersteht es noch immer den Wirkungen des Pancreatin und ebenso verhält sich das Reticulum. Dagegen ist frisches Reticulum nicht löslich in Pancreatin, wie frisches Sarcolemm. Die folgende Tabelle ist eine Copie theils nach CHITTENDEN und theils nach EWALD[4]).

Vor der pancreat. Verdauung behandelt mit:	Elast. Gewebe	Sarcolemm	Weisses fibröses Gewebe	Reticulum
Frisch	+	+	O	O
Gekocht	+	+	+	+
Alkohol	+	+	O	O
½% Osmiumsäure . .	+	O	O	O
½% Osmiumsäure und dann gekocht . .	+	O	+	O

Noch deutlicher wird der Unterschied zwischen Sarcolemm und Reticulum bei der Behandlung mit kochender Essigsäure. Das Sar-

1) Journal de micrographie 1888.
2) Neurolog. Centralblatt 1888.
3) Unters. a. d. physiolog. Inst. Heidelberg. Bd. 3.
4) Zeitschr. f. Biolog. Bd. 26, 1889.

colemm wird durch dieselbe nicht zerstört, während das Reticulum sich sehr leicht löst.

Ich erwähne hier, dass beim Rinde überall wo Muskeln sich am Knochen ansetzen, das Sarcolemm in feine Fibrillen zerfällt, welche in den Knochen sich fortsetzen und mit elastischen Fasern durchzogen sind. Diese Fibrillen haben alle Reactionen des Sarcolemms und können leicht irrthümlicher Weise für elastische angesehen werden.

Narbengewebe ist zusammengesetzt aus eigenthümlichen widerständigen Fasern, welche nicht elastisch sind. Ich vermochte sie weder als weisse fibröse noch als reticulirte zu erweisen. Zweifellos sind sie eng verwandt mit ersteren obwohl sie in verdünnter Säure nicht quellen noch beim Kochen Gelatine geben. Sie verhalten sich sehr ähnlich wie die Fasern des Lig. nuchae von sehr jungen Embryonen. In diesem Stadium der Entwickelung besteht das Ligament aus eigenthümlichen Fasern, welche beim Kochen durchsichtig werden und sich lösen, aber in verdünnter Säure nicht quellen.

l. Entwickelung.

Es ist ausserordentlich schwierig, über den Ursprung der weissen Fasern unzweideutige Präparate zu erhalten. Keinesfalls lässt sich zeigen, dass sie directe Verlängerungen von Zellen sind. Die Fasern einer kleinen in der Entwickelung begriffenen Sehne findet man niemals in der Verbindung mit Zellen, aber sie nehmen an Zahl zu und werden länger. Ich war immer im Stande Gelatine aus Embryonen zu erhalten, in denen sich Fasern vorfanden, welche mit Säure und Alkalien die gewöhnlichen Reactionen zeigten. LIEBERMANN[1]) findet Chondrin (Gelatine und Mucin?) in Hühnchen der zweiten und dritten Woche, d. h. ungefähr zu der Zeit, wo die weissen Fasern erscheinen.

Gelatine erhält man von allen Wirbelthieren mit Ausnahme von Amphioxus; bei wirbellosen ist mit Ausnahme der Cephalopoden niemals leimgebendes Gewebe gefunden worden[2]). Ich habe selbst

1) LIEBERMANN, Pflüger's Arch. Bd. 43.

2) FRORIEP, HOPPE-SEYLER's med.-chem. Unters. 1871 und HOPPE-SEYLER, Physiolog. Chemie 1877.

eine Sepia untersucht und war nicht im Stande Gelatine zu erhalten, und das Gleiche fand Forster[1]. Leydig[2]) und Brock[3]) haben in Cephalopoden Fibrillen beschrieben, welche sich ganz ähnlich wie weisse Fasern verhalten. Es würde aber voreilig sein auf Grund dieser Beobachtungen zu behaupten, dass weisses fibröses Gewebe wirklich bei den Wirbellosen vorhanden ist.

Ich habe die Milz von mehreren jungen Embryonen untersucht und konnte bei Rinderembryonen, welche kleiner als 7 cm waren, niemals Reticulum finden. Die sehr kleine Milz wurde auf dem Gefriermikrotom geschnitten und die Schnitte mit Pancreatin verdaut. Mit sehr grosser Sorgfalt gelingt es zuweilen einen Schnitt auf dem Objectträger auszubreiten und mit Pikrinsäure zu färben. Man beobachtet ein zierliches Fasernetz, dessen Brechungsindex kleiner als Wasser ist und dessen Fibrillen so fein sind, dass ihr Durchmesser nicht bestimmt werden kann. Unter diesen Umständen können sie bei 250facher Vergrösserung gesehen werden, sie werden aber nicht deutlicher bei einer Vergrösserung von 2000. Dieses physikalische Verhalten ist eine Eigenthümlichkeit aller feinsten Fasern z. B. des Spinngewebes. Sorgfältige Schätzungen lehren, dass die Fibrillen nicht über $^1/_4$ μ im Durchmesser haben können. In Embryonen von 9, 11 und 13 cm Länge scheinen die Fasern nicht dicker zu sein.

Aus diesen Beobachtungen, so unvollständig sie auch sind, muss man schliessen, dass die Fasern des Bindegewebes in allen Stadien der Entwickelung intercellular sind; sie werden durch eine Art Gerinnung abgeschieden. Die Fasern des elastischen und reticulirten Gewebes sind zuerst dünn und nehmen allmählich an Dicke zu, während die weissen fibrösen Fasern nur in die Länge wachsen.

III. Vertheilung.

Die Anordnung der weissen fibrösen und der elastischen Gewebsfibrillen ist wohl bekannt. Ich werde nur diejenigen Organe besprechen, in welchen ein Reticulum gefunden worden ist.

---

1) Forster, Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 14, 1877.
2) Leydig, Müller's Arch. 1854.
3) Brock, Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 39.

a. Lymphdrüsen.

Wenn Schnitte von gefrorenen Lymphdrüsen in Pancreatin verdaut werden, so bleibt ein zierliches Fasernetz zurück; diese Fasern verbinden sich in allen Richtungen zu Maschen, in welchen die Lymphzellen liegen und welche der Drüse als Stütze dienen. Man erhält auf folgendem Wege sehr schöne Färbungen: Der verdaute Schnitt wird zuerst mit Wasser ausgeschüttelt, um alle Körner zu entfernen; er lässt sich dann leicht auf einem Objectglas ausbreiten, auf welchem man ihn eintrocknen lässt. Es empfiehlt sich nun, ihn mit einem Tropfen der folgenden Pikrinlösung zu befeuchten:

Pikrinsäure. . .	10 gr
Absoluter Alkohol	150 cc
Wasser . . .	300 cc.

Dies lässt man wiederum eintrocknen, worauf man den Schnitt mit einigen Tropfen Säurefuchsin bedeckt und etwa eine halbe Stunde stehen lässt:

Säurefuchsin . .	10 gr
Absoluter Alkohol.	33 cc
Wasser	66 cc.

Die Austrocknung, welche während dieser Zeit stattfindet, ist eher von Vortheil als von Schaden. Das überschüssige Fuchsin wird dann abgegossen, der Objectträger für sehr kurze Zeit in die Pikrinsäure-Lösung gebracht und dann in absoluten Alkohol übertragen. Verweilen die Schnitte zu lange in dem zweiten Pikrinbade, so entfärben sie sich leicht vollständig im Alkohol. Wird anderseits durch den Alkohol der Schnitt nicht genügend differenzirt, so kann man ihn für einen Moment in das Pikrinbad zurückbringen[1]). Nach wenigen Versuchen hat es keine Schwierigkeit gute Färbungen zu erhalten. Die Schnitte werden in Xylol aufgehellt und in Canadabalsam eingeschlossen.

Taf. II Fig. 1 ist ein genaues Abbild eines verdauten und gefärbten Schnittes aus einer Mesenterialdrüse eines Hundes. Nur ein Theil

1) Es ist dies im Wesentlichen ALTMANN's Methode der Granulafärbung. Studien über die Zelle 1886, und Die Elementarorganismen, 1890.

der Zeichnung ist ausgeführt. In der helleren Hälfte sind nur die dickeren Faserbündel eingetragen; die stärksten Bündel umhüllen die Follikel. Diese Fibrillen sind, wie schon EWALD und KUEHNE hervorgehoben haben, keine elastischen, weil sie in Pancreatin nicht verdaut werden. Wird die Kapsel der Lymphdrüse sorgfältig entfernt, so kann man das Innere beliebig lange kochen, ohne dass man Gelatine erhält, während die Kapsel allein meistens eine kleine Menge Gelatine abgiebt. Wird ein Schnitt aus einer Lymphdrüse, sowie ein Stück Sehne über Nacht in Pancreatin verdaut, so bleibt das Reticulum und die weissen Fasern zurück. Diese beiden können nun in einer kräftigen Pepsinlösung verdaut werden und zwar wird die Sehne schon in einer Stunde gelöst, das Reticulum erst nach etwa drei Stunden. In verdünnten kochenden Säuren fällt das Innere der Lymphdrüsen vollständig auseinander, während die Kapsel einen Rückstand von elastischen Fasern hinterlässt.

Die Kapsel besteht zum grössten Theil aus Reticulum mit einigen dazwischen gestreuten elastischen und weissen Fasern. An gewissen Punkten dringen Bündel von reticulirtem Gewebe in das Innere der Drüse hinein und zerfällen es in eine Anzahl von Abtheilungen, die Follikel. Im Verlaufe dieser Bündel zweigen Fibrillen in die einzelnen Follikel hinein ab und bilden dort das Netzwerk, welches von RANVIER und BIZZOZERO beschrieben worden ist. Ein Stück desselben bei sehr hoher Vergrösserung zeigt Taf. II Fig. 2.

b. Milz.

Das Stützgewebe der Milz ist viel leichter zu untersuchen als das der Lymphdrüsen, obwohl beide nach demselben Plan gebaut sind. Wird die Milz in kaltem Wasser macerirt bis das Innere weich geworden ist (nach etwa 2 Wochen), so kann man ein Ende abschneiden und die Zellenreste herauswaschen. Es bleibt dann nur die Kapsel und das Stützgewebe übrig, dessen Anordnung sehr gut sichtbar wird, wenn man die Kapsel aufbläst und trocknen lässt. Man erhält auf diese Weise sehr lehrreiche Bilder. Taf. III Fig. 1 ist nach einem solchen Präparate gezeichnet, dessen Herstellung nur insofern von dem beschriebenen Wege abweicht, als es zuerst in Pancreatin verdaut wurde. Übrig bleiben nur die Kapsel, die grösseren Venen und die Balken. Die letzteren bilden ein sehr zartes Netzwerk mit

Maschen von etwa 1 mm Weite, welches zwischen der Kapsel und den Venen eine feste Verbindung herstellt. Die Venenwände sind ebenfalls aus diesem Gewebe gefertigt, so dass man sich den ganzen Raum innerhalb der Kapsel ununterbrochen von diesem Netzwerk erfüllt denken kann. Die Anordnung ist eine derartige, dass beim Aufblasen der Kapsel die Venen geöffnet werden; dasselbe gilt auch für die Füllung des Gewebes mit Wasser. Es entweicht die Luft oder das Wasser ungehindert durch die Venen.

Die Kapsel besteht aus Fibrillen des Reticulum, welche von den Ansatzpunkten der Balken austrahlen (Taf. IV Fig. 1). An diesen Stellen setzt sich das Reticulum auf die Kapsel fort, so dass ein und dasselbe Gewebe die ganze Milz durchzieht, wie Taf. IV Fig. 2 zeigt, und mit den Venen in unmittelbarer Verbindung steht (Taf. III Fig. 2). Die Balken, welche von der Kapsel in das Innere treten, verschmälern sich etwas und treffen bald auf die Venenzweige, von welchen sie durchbohrt werden. Mit anderen Worten, man kann sagen, dass viele der Balken hohl sind und dass ihr Lumen von den Venen gebildet wird.

Zwischen den Balken lässt sich kein Reticulum nachweisen mit Ausnahme der Malpighi'schen Körperchen. Eine Reihe derselben wird angedeutet durch die unregelmässige Linie zwischen den Venen in Taf. III Fig. 1.

Sobald die Venen klein geworden sind, durchbohren sie die Wände der Balken an verschiedenen Punkten, wie es die Öffnungen in Taf. IV Fig. 2 zeigen. Durch diese Anordnung entsteht ein Gebiet zwischen Arterien und Venen ohne abgegrenzte Gefässwandungen. Trotz mancher Behauptungen des Gegentheils, welche zum grössten Theil nur auf Schnitte begründet sind, müssen wir auf den Versuch von HENLE den grössten Nachdruck legen. Er war im Stande, durch künstliche Circulation alle Zellen auszuwaschen. Dies wäre natürlich unmöglich, wenn bestimmte Capillarwandungen vorhanden wären. Die freien Öffnungen der Venen sind ein weiterer Beweis für die Ansicht, dass die Capillaren fehlen.

Das Innere der Milz enthält kein weisses fibröses Gewebe, denn es ist mir niemals gelungen Gelatine auszuziehen[1]. Elastisches

[1] LAGUERRE findet ebenfalls, dass das Bindegewebe der Selachiermilz frei von weissem fibrösen Gewebe ist, denn es giebt beim Kochen keine Gelatine. Compt. rend. Soc. de Biologie 1889.

Gewebe findet sich nur in den Arterien. Werden Schnitte der Milz in verdünnter Säure gekocht, so löst sich das ganze Balkenwerk auf, vorausgesetzt, dass kein grösserer Arterienast vorhanden ist; daraus folgt, dass mit Ausnahme der Arterien das ganze Balkenwerk der Milz ausschliesslich aus Reticulum gebaut ist.

Dagegen enthält die Milzkapsel eine Anzahl elastischer und weisser Fassern. Die ganze Kapsel giebt in der Regel beim Kochen eine Spur Gelatine ab, welche vielleicht auf die weissen Fasern des Peritoneums bezogen werden muss. Wird die Kapsel in verdünnter *KOH* gekocht, so hinterlässt sie ein zierliches Netzwerk von elastischen Fasern. Wird aber die Kapsel zuerst in verdünnter Säure gekocht oder mit Pepsin behandelt, so bleibt nur das Reticulum übrig. Ein solches Präparat zeigt Taf. IV Fig. 1.

c. *Schleimhäute.*

Im Darm bildet das reticulirte Gewebe ein Netz, welches sich von der Muscularis mucosae zwischen den Krypten bis in die Zotten erstreckt (Taf. V Fig. 1). Auf dem Grunde der Krypten liegen die Fasern so dicht, dass sie eine recht wohlbegrenzte Membran bilden, das Stratum fibrosum[1]) (Taf. V Fig. 2). Von dieser Schichte aus erstrecken sich viele Fasern und Faserbündel zwischen den Krypten empor bis in die Basis der Zotten, wo sich neuerdings ein dichtes Netzwerk von Fibrillen findet, welches Taf. V Fig. 1 sehr schön zeigt. Durch die Vereinigung der Bündel entstehen feste Punkte oder Inseln, auf welchen die Zotten sich erheben.

Vereinzelte Fibrillen erstrecken sich auch in das Zottengewebe hinein, es ist aber noch unentschieden, ob sie sich direct mit dem Stroma der Zotte verbinden. Das Stützgewebe der Zotten giebt alle Reactionen des Reticulums; es fällt jedoch, wenn es verdaut wird, so zusammen, dass es unmöglich ist, die Anordnung der Fibrillen zu entwirren. Die starken Bündel, welche sich vom Stratum fibrosum zum Netzwerk an der Zottenbasis begeben, haben das Bestreben sich parallel der Längsachse des Darmes zu stellen[2]).

---

1) Mall, Abh. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. 1887. Da diese Schichte kein weisses fibröses Gewebe enthält, könnte man jetzt den Namen ändern.

2) Vgl. Fig. 9 M Tafel VIII, Johns Hopkins Hospital Reports Vol. I, wo die Anordnung schematisch dargestellt ist.

Beim Übergang in den Magen bildet das dichte Netzwerk der Taf. V Fig. 1 eine feste Schichte um den Hals der Magendrüsen, wie dies Taf. VII Fig. 2 zeigt[1]).

Diese Schichte ist so dicht, dass sie mit dem Scalpellgriff oder mit dem Fingernagel leicht abgezogen werden kann. Sie besteht ausschliesslich aus Reticulum. Taf. VI Fig. 2 ist ein Schrägschnitt, welcher die allgemeine Richtung der Faserbündel zeigen soll.

Zwischen dem Drüsenhals und der Muscularis mucosae findet sich ein zartes Netzwerk (man vergl. die Taf. VI Fig. 1 und die tiefen Lagen der Taf. VI Fig. 2 und Taf. VII Fig. 2.) Dies giebt eine sehr zarte Umhüllung der Drüsen und hat die Bedeutung einer Basalmembran, auf welcher die Zellen aufruhen, Taf. VII Fig. 1 stammt von einem Gefrierschnitt, welcher mit Wasser gut geschüttelt worden war; die meisten Zellen sind herausgefallen.

Beim Hunde geht das Stratum fibrosum im Pylorus-Theil des Magens verloren, während es bei der Katze im Darme fehlt, dagegen sehr ausgebildet im Magen sich findet. Die tieferen Lagen des Magens sind mit der Submucosa und der Muscularis mucosae fest verbunden durch Muskeln, welche zwischen den Drüsen herabziehen. Dieselben sind begleitet von Bündeln weissen, fibrösen Gewebes besonders im Pylorus. Es ist daher begreiflich, dass nur die tiefen Lagen der Schleimhaut, nicht aber die oberflächlichen Gelatine geben. Aus der Schleimhaut des Darmes lässt sich niemals Gelatine gewinnen und sie ist das beste Gewebe des Körpers, um Reticulum in reinem Zustande zu erhalten. Die Schleimhäute des Magens und Darms enthalten kein elastisches Gewebe.

d. Leber.

Wird die Leber sorgfältig zerdrückt und ausgewaschen, so bleibt eine grosse Menge Bindegewebe zurück, welches der Leberkapsel, der Capsula Glissonii und den Lebervenen angehört. Dieses Gewebe giebt trocken nur 0,4 % Gelatine; die procentische Menge kann bedeutend vermindert werden, wenn man vorerst das Peritoneum sowie

1) Die Figuren auf Taf. VI und VII sind meiner Abhandlung über den Magen von demselben Orte Johns Hopkins Hospital Reports Vol. I entnommen.

die grösseren Blutgefässe entfernt[1]). Aus diesen Geweben erhält man beim Kochen in verdünnter Säure einen kleinen Rückstand an elastischen Fasern.

Das Netzwerk der Leberläppchen ist mittelst verschiedener Methoden nachgewiesen worden von Henle[2]), His[3]), Fleischl[4]), Kupffer[5]), Ewald und Kühne[6]) und Anderen. Kupffer in seiner letzten Mittheilung betrachtet die Fasern als elastische, während Ewald und Kühne sie als weisse fibröse ansprechen. Die Erfahrung, dass sie von Pancreatin verdaut werden und beim Kochen keine Gelatine geben, schliesst beide Auffassungen aus und da sie identisch zu sein scheinen mit dem Reticulum der Lymphdrüsen, der Milz und der Schleimhaut, so werde ich auch hier den Namen Reticulum beibehalten[7]). Die grosse Zahl von Fasern innerhalb eines Leberläppchens zeigen die Taf. VIII und Taf. IX. Wird die Leber, von welcher die Glisson'sche Kapsel sowie das Peritoneum so vollständig wie möglich entfernt ist, gekocht, so erhält man nur eine Spur oder gar keine Gelatine, woraus ich schliesse, dass die Fasern nicht dem leimgebenden Gewebe angehören. Die Beobachtung, dass die Fasern beständig sich untereinander verbinden, dass sie einen niederen Brechungsindex haben und sich gegenüber Säuren und Alkalien wie Reticulum verhalten, muss als ein weiterer Beweis angesehen werden.

Taf. VIII von einem Querschnitt eines Leberläppchens zeigt die allgemeine Faserrichtung. Aus Präparaten, welche für andere Zwecke gemacht wurden, erhellt, dass die Hauptbündel des Reticulums parallel zu den Capillaren verlaufen. In der Nähe der Mitte des Läppchens sind in der Regel drei intralobuläre Gefässe. Die Oberfläche des Läppchens zwischen diesen Gefässen ist erfüllt mit leicht ansteigenden Capillaren oder Venen. Nähert man sich der Spitze, so zertheilen

---

1) Sehnenstücke liefern den 75fachen Betrag: 0,5 gr Sehne gab mehr Gelatine als 63 gr des Balkengewebes der Leber.

2) Anatomie, I. Auflage.

3) Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. X.

4) Ludwig's Arbeiten 1874.

5) Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII, Sitzgsb. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München 1889.

6) Verh. d. naturhist.-med. Ver. Heidelberg Bd, I.

7) Anatom. Anzeiger 1888.

sich die Gefässe ein oder zwei Mal und Längsschnitte des Reticulums in dieser Gegend geben Bilder wie Taf. IX. Bei dieser Anordnung werden die runden Maschen in der Peripherie des Querschnittes Taf. VIII verständlich.

Ein grosser Theil des Gewebes, welches die interlobularen Gefässe begleitet und alles Gewebe um die intralobularen Gefässe ist reticulirt. Die peritoneale Oberfläche kann angesehen werden als eine Verdickung des Reticulums vermischt mit einigen weissen Fasern.

i. *Niere.*

Die Kapsel und die einhüllende Membran der Niere bestehen aus weissen Fasern. Das Stützgewebe der Rinde und des Markes ist Reticulum.

Die Kapsel besteht aus Bündeln weisser Fasern, welche beim Kochen viel Gelatine geben. Sie dringen nicht in das Innere der Niere ein, wie sich beweisen lässt durch Abstreifen der Kapsel oder durch längere Maceration in Wasser. Im letzteren Falle wird das ganze Innere der Niere zerstört, nur die Grenzmembran des Nierenbeckens und die Kapseln bleiben übrig. Werden Gefrierschnitte der Niere zuerst in Pancreatin verdaut und dann wie oben beschrieben mit Säurefuchsin gefärbt, so erhält man sehr lehrreiche Bilder. Das ganze Gewebe mit Einschluss der Basalmembranen, von der Kapsel bis zum Becken ist eine einzige Masse anastomosirender Fibrillen. Dieselben geben gleichfalls beim Kochen keinen Leim und sind nicht elastisch. Sie haben alle die charakteristischen Eigenschaften des Reticulums der Lymphdrüsen. Das Netzwerk der Rinde ist locker in Folge der Grösse und des unregelmässigen Verlaufs der Harnröhrchen; im Mark ist es viel dichter. Taf. X Fig. 1 giebt den Querschnitt eines gewundenen Röhrchens. Die scharfe Grenze der Fibrillen bezeichnet den Umriss des Röhrchens und bildet die Basalmembran, welche in gewöhnlichen Schnitten homogen erscheint. Taf. X Fig. 2 stellt einen Längsschnitt dar. Der grösste Theil des Röhrchens ist halbirt, nur in einem kleinen Abschnitte ist die Wand vollständig erhalten. Die Figur zeigt das Verhalten der Begrenzungen zweier benachbarter Röhren zu einander. Das Reticulum der einen Röhre geht unmittelbar in das der andern über. Taf. XI Fig. 1 zeigt einen Theil der BOWMAN'schen Kapsel, auch sie ist aus reticulirten

Fibrillen gebildet. Wo die Fibrillen sehr dicht liegen, hat es in der That den Anschein, als ob die Kapsel homogen wäre. In feuchten Schnitten braucht man aber nur auf das Deckglas zu drücken, um die Kapsel zu spannen und die einzelnen Fasern sichtbar zu machen.

f. Lunge.

Sämmtliche Luftbläschen bestehen aus Reticulum und elastischem Gewebe, während die Bronchiolen aus weissen Fasern gebaut sind. Wird ein Gefrierschnitt der Lungen mit Pancreatin verdaut, so dehnt er sich aus in Folge des Wegfalls der elastischen Fasern. Trotzdem hält der Schnitt noch fest zusammen und man findet ihn unter dem Mikroskop bestehend aus feinsten Fibrillen, wie Taf. XI Fig. 2 zeigt. Es sind nicht weisse Fasern, denn sie verbinden sich fortwährend untereinander, sind viel widerständiger gegen kochende verdünnte Säure und geben nicht Gelatine. Die ganze Lunge giebt nach sorgfältiger Entfernung der Bronchien und der Pleura beim Kochen nur eine Spur oder gar keine Gelatine. Diese Spur kann stets bezogen werden auf Reste der Bronchien, welche nicht entfernt worden sind. Wird ein Schnitt aus der Lunge in verdünnter *KOH* gekocht, so bleibt nur das elastische Gewebe zurück, welches sich in Pancreatin leicht verdaut. Wird der Schnitt zuerst in Pancreatin gelegt, so bleibt das Reticulum übrig, welches sich in kochender *KOH* leicht löst. Frische Schnitte in 33% Alkohol macerirt und geschüttelt, um die Zellen zu entfernen, zeigen bei Behandlung mit Magentaroth eine brillante Färbung der elastischen Fasern, während das Reticulum ungefärbt bleibt.

g. Andere Organe.

Das ganze Nervensystem enthält kein Reticulum. Ebenso wenig Knorpel oder Knochen. Thymus und Pancreas enthalten nur einzelne, lockere, weisse Fasern zwischen der Masse von Epithelzellen. Das Stützgewebe des Testikels besteht wahrscheinlich aus weissem fibrösen Gewebe und Reticulum; weisse Fasern in den Interstitien und in der Kapsel und Reticulum als Basalmembranen. Die Membranen sind nur lose eingefügt und fallen aus den verdauten Organen leicht heraus. — Das Stützgewebe der Schilddrüse besteht wahrscheinlich aus Reticulum. — Der Herzmuskel scheint ebenfalls Reticulum zu enthalten. — Ebenso hat es zuweilen den

Anschein, als ob die umschnürunden Fasern von HENLE aus reticulirtem Gewebe bestünden. Die Fasern sind sehr widerständig, verbinden sich untereinander und scheinen nicht elastisch zu sein. Ich kann allerdings gegenwärtig nicht bestreiten, dass die Einschnürungen von HENLE nur aus weissen Fasern bestehen, denn da sie an der Sehne befestigt sind, so würden sie beim Quellen der Sehne gespannt werden und dadurch unfähig werden zu quellen. Die Umschnürungen der grösseren Sehnenbündel sind jedoch aus elastischem Stoff gebildet.

Im Stützgewebe des Körpers sind somit drei nach Gestalt und Leistung verschiedene Faserarten vertreten.

Die Fibrillen der weissen Faserung sind bündelweise zu Strängen oder Häuten von mannigfachster Stärke zusammengefasst und verwebt, die sich genügend widerstandsfähig gegen das Andringen sehr ungleich grossen Druckes oder Zuges erweisen.

Die elastischen Fasern verästelt und wieder verschmolzen bilden Netzwerke, welche sich vor dem Drucke dehnen, aber nach dessen Verschwinden in ihre Ruhelage zurückkehren, ohne hierzu von Seiten des Organismus Kräfte zu beanspruchen. Mit der Festigkeit verbinden sie die Befähigung Kräfte zu sparen.

Die reticulären Fasern verschlingen sich zu feinsten Geflechten, in deren Maschen zellige Gebilde sicher befestigt ruhen, ohne an den Aenderungen ihres Volums behindert zu sein.

Der Physiologie wird die Aufgabe zukommen, den Antheil jeder Fasergattung an ihre Gesammtleistung eines Organstückes zu bestimmen, wo sie gemengt auftreten.

Beschreibung der Figuren.

Tafel I.

Fig. 1 und 2. Stücke vom Lig. nuchae des Rindes, theilweise verdaut im Magen des Hundes. Färbung mit Magenta. Vergrösserung 250.

Fig. 3. Lig. nuchae des Hundes, 3 Tage in Essigs. von 20 %, sodann 5 St. darin gekocht; in Wasser gewaschen; kurze Zeit in 1/2 % *KOH* gekocht, in Wasser gewaschen und mit Papaïn 18 St. lang bei 37° verdaut. Färbung mit Magenta. Vergr. 500.

Fig. 4. Lig. nuchae des Hundes, 1/2 St. in Essigs. v. 20 %, 2 Tage in Papaïn bei 37° C., dann wieder Essigs. 20 %. Mit Magenta gefärbt. Vgr. 500.

Fig. 5. Lig. nuchae des Rindes, sterilisirt nach Koch, geimpft mit Spirillum Finkler & Prior. Magenta. Vergr. 250. Die eigenthümliche Anordnung der Membran findet sich häufig.

Fig. 6. Dasselbe. Durch Druck auf das Deckglas wurde die Membran zerrissen, worauf der Inhalt herausfiel.

Fig. 7. Elastische Fasern aus der menschl. Lunge am Rande einer Tuberkelhöhle. Gefrierschnitt, in Wasser ausgeschüttelt, 2 Tage in gesätt. Sodalösung, in *KOH* gekocht. Magenta. Vergr. 500. Die Faserabschnitte, welche in die Höhle hineinragen, bestehen nur aus Membranen.

Fig. 8. Dasselbe Präparat wie Fig. 7. Von der Grenze des gesunden Gewebes. Vergr. 500.

Tafel II.

Fig. 1. Gefrierschnitt der Mesenterialdrüse des Hundes, in Pancreatin verdaut, in Wasser gründlich gewaschen, auf dem Objectträger ausgebreitet und getrocknet. Gefärbt mit Säurefuchsin, differenzirt mit Pikrinsäure. Vergr. 150. Nur die obere Hälfte der Zeichnung ist ausgeführt.

Fig. 2. Ein Stück von Fig. 1 derselben Tafel 500fach vergr.

Tafel III.

Fig. 1. Milz eines grossen Hundes, 2 Wochen in kaltem Wasser macerirt, die Zellen herausgewaschen. Mit Pancreatin verdaut, nochmals ausgewaschen,

aufgeblasen und getrocknet. Ein Stück der Kapsel wurde dann entfernt wie die Figur zeigt, Naturgrösse.

Fig. 2. Stück einer Vene aus Fig. 1 derselben Tafel in zweifacher Grösse.

Tafel IV.

Fig. 1. Kapsel der Milz, abgezogen und von der inneren Fläche betrachtet. Behandlung wie bei Fig. 1 Taf. I. Vgr. 100.

Fig. 2. Balkenwerk der Milz, dieselbe Behandlung. Vergr. 100.

Tafel V.

Fig. 1. Schleimhaut des Darms, dieselbe Behandlung. Vergr. 100.

Fig. 2. Stratum fibrosum eines Hundedarms, dieselbe Behandlung. Vergr. 200.

Tafel VI.

Fig. 1. Flachschnitt durch die Basis der Pepsindrüsen. In Wasser eine Stunde lang geschüttelt, mit Picrocarmin gefärbt. Die Drüsenreste sind weggelassen. Vergr. 125.

Fig. 2. Verdichteter Theil des Reticulums in der Gegend der Drüsenmündung, abgelöst, mit Pancreatin verdaut und mit Picrocarmin gefärbt. Vergr. 125. Nur die Richtung der Faserbündel, nicht die einzelnen Fasern sind gezeichnet.

Tafel VII.

Fig. 1. Ausführliche Darstellung eines Stückes der Fig. 1 auf Taf. VI. Vergr. 400.

Fig. 2. Innere Lage des Reticulums des Hundemagens von der Fläche gesehen. Vergr. 125.

Tafel VIII.

Querschnitt durch ein Leberläppchen vom Hunde. Behandlung wie in Fig. 1 auf Taf. II. Vergr. 100.

Tafel IX.

Längsschnitt von der Peripherie des Leberläppchens, welches den Übergang der Bündel des Reticulums in die Glisson'sche Kapsel zeigt. Dieselbe Behandlung. Vergr. 100.

Tafel X.

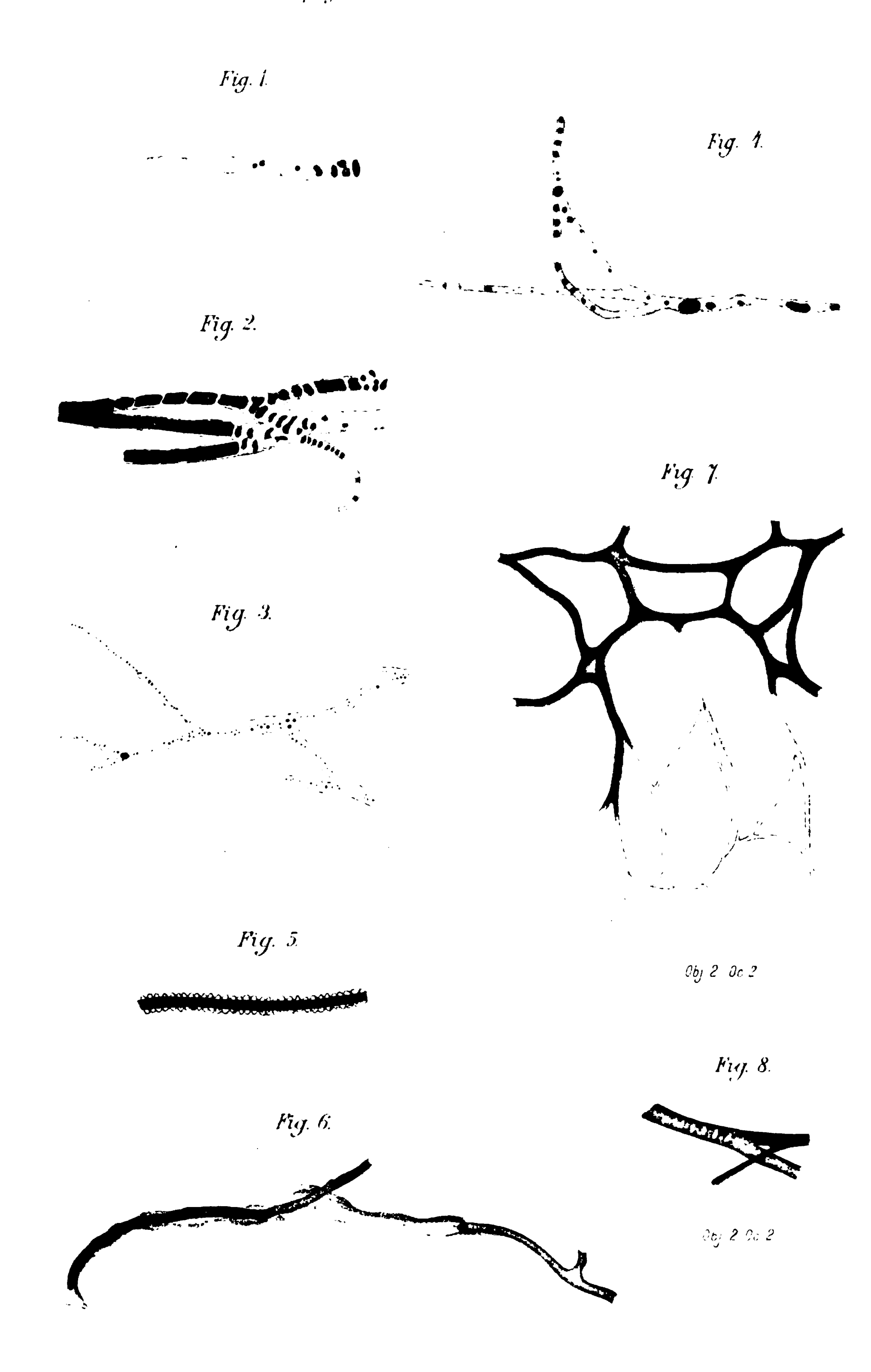
Fig. 1 und 2. Quer- und Längsschnitte von gewundenen Kanälchen der Hundeniere, behandelt wie Fig. 1 auf Taf. II. Vergr. 500.

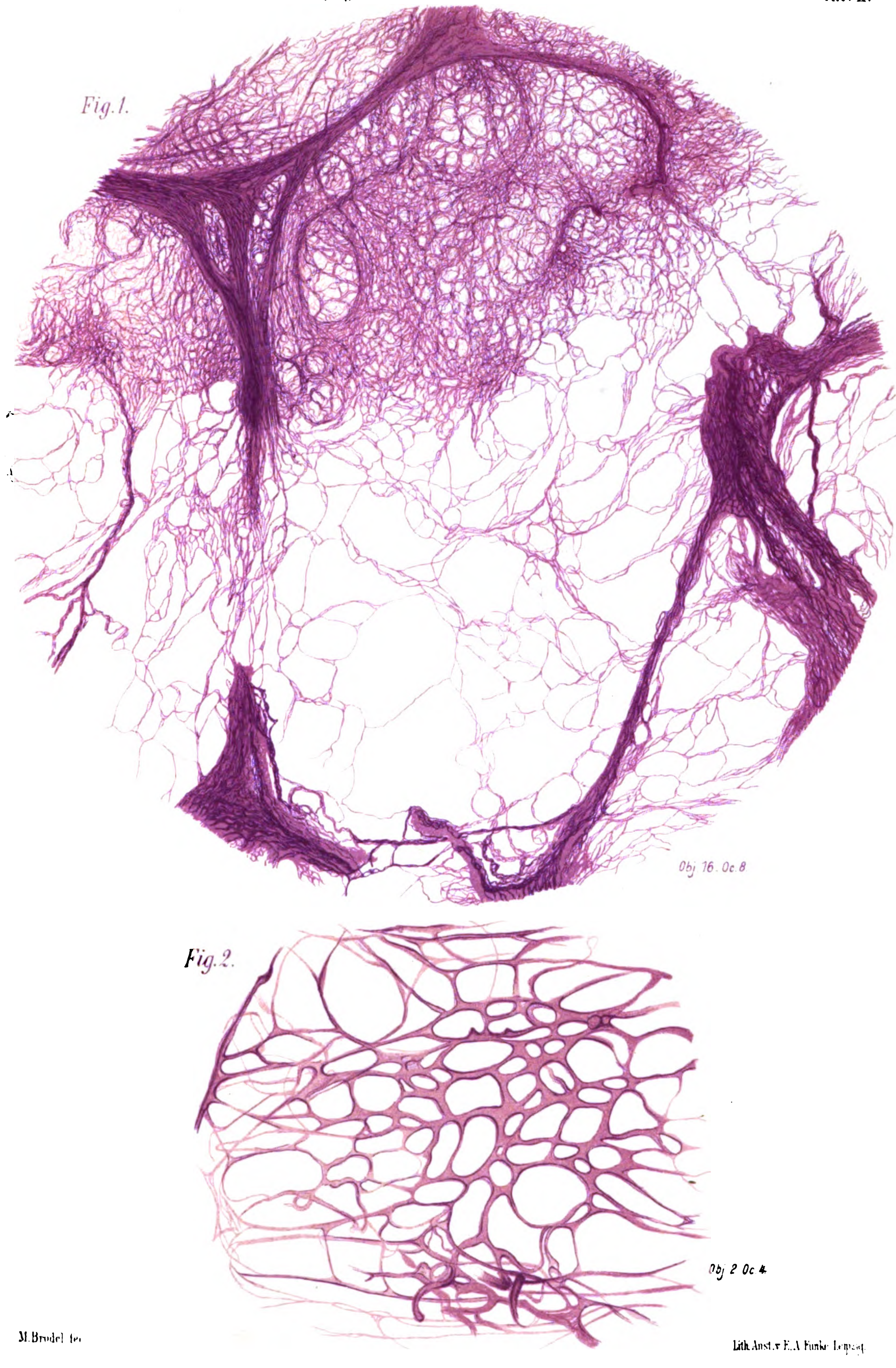
Tafel XI.

Fig. 1. Ein Stück einer Bowman'schen Kapsel aus demselben Präparat wie Fig. 1 auf Taf. X. Vergr. 500.

Fig. 2. Ein Stück der Lunge, behandelt wie Fig. 1 auf Taf. II. Vergr. 250.

Beim Abzeichnen der Präparate dienten die Nummern der Linsensysteme eines Mikroskopes von Zeiss, welche auf den Tafeln unter den Bildern stehen.

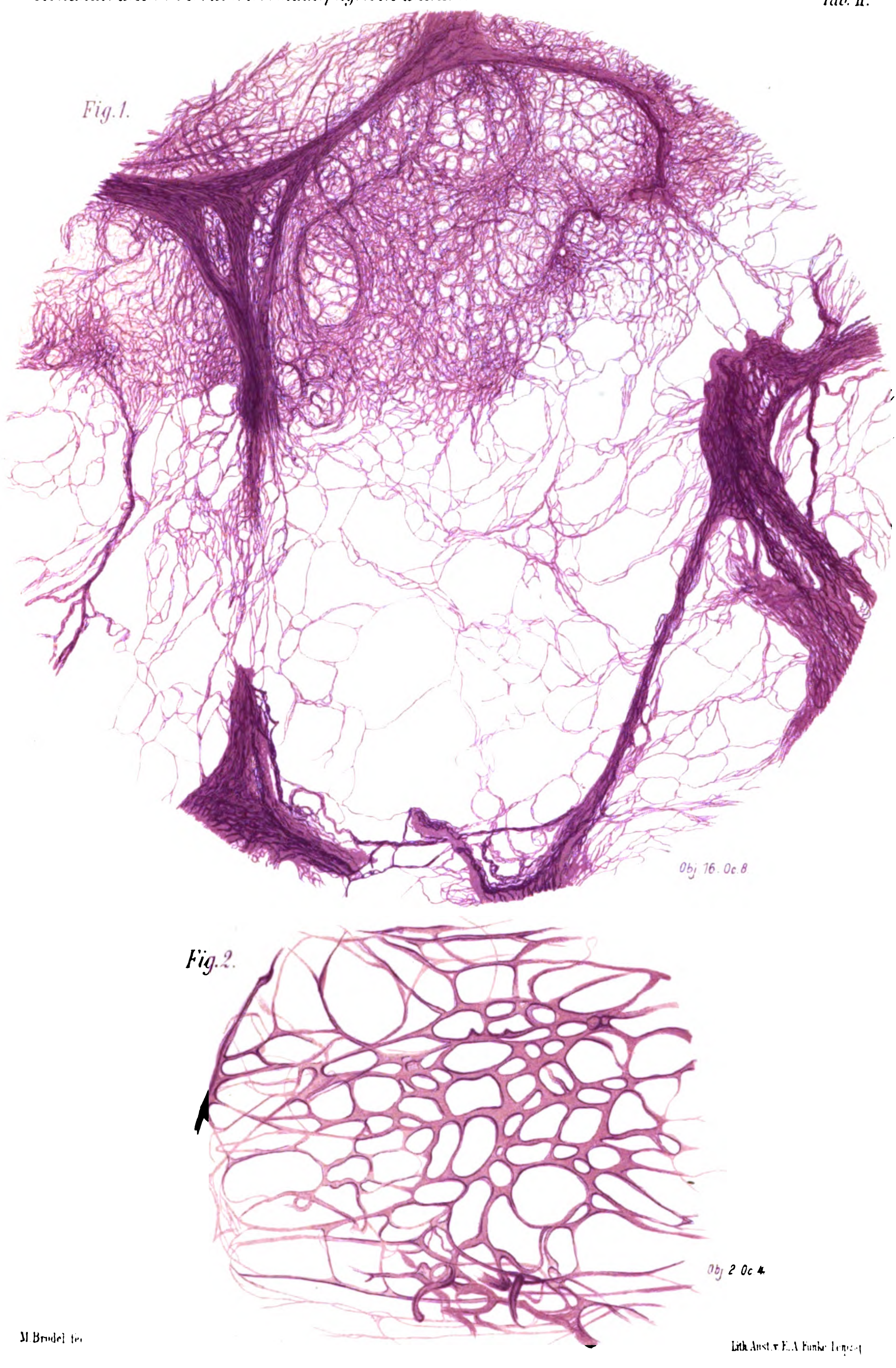

Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 2.
Fig. 7.
Fig. 3.
Fig. 5.
Obj 2 Oc 2
Fig. 8.
Fig. 6.
Obj 2 Oc 2



M. Brödel fec.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig.

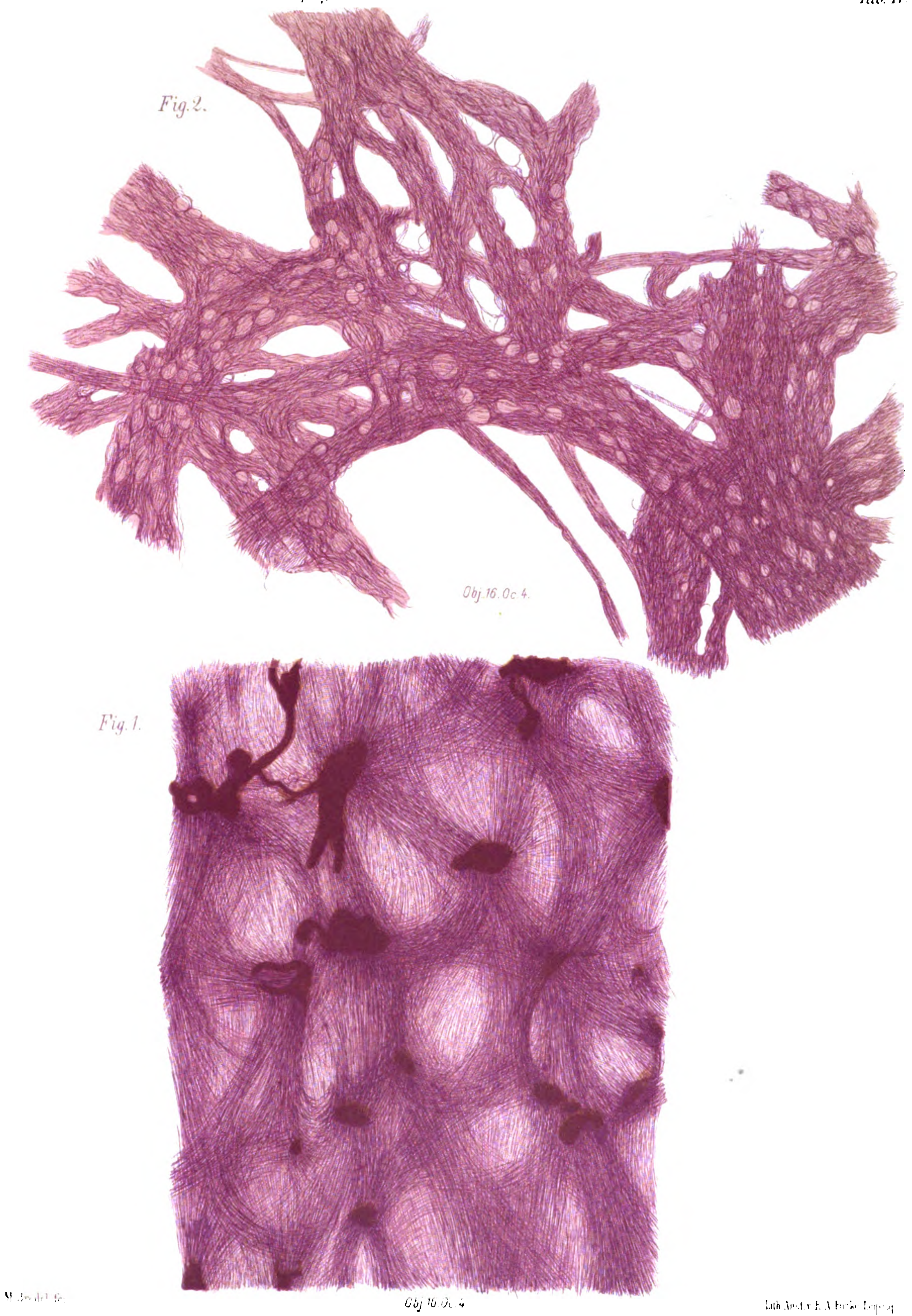

Fig. 1.
Fig. 2.
2/1 Vergrösserung



M. Brödel fec.

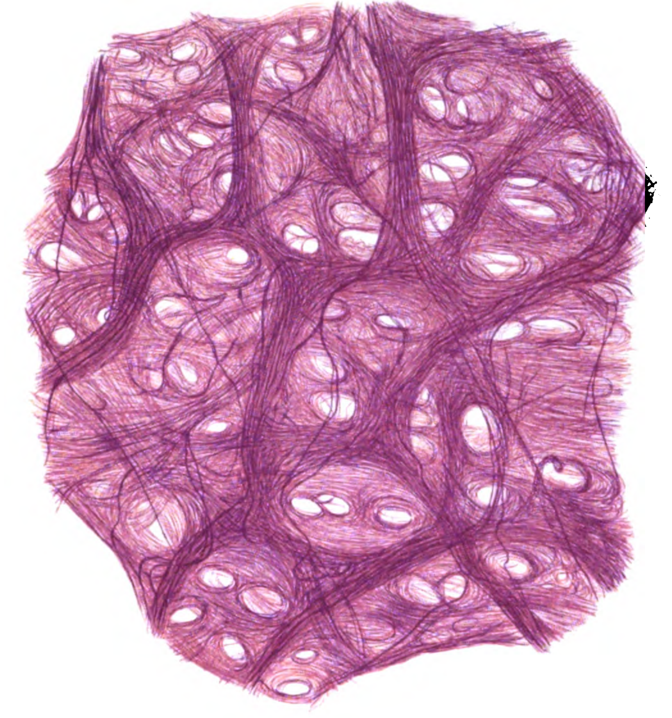
Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig


Fig. 1.
Fig. 2.
2/1 Vergrösserung



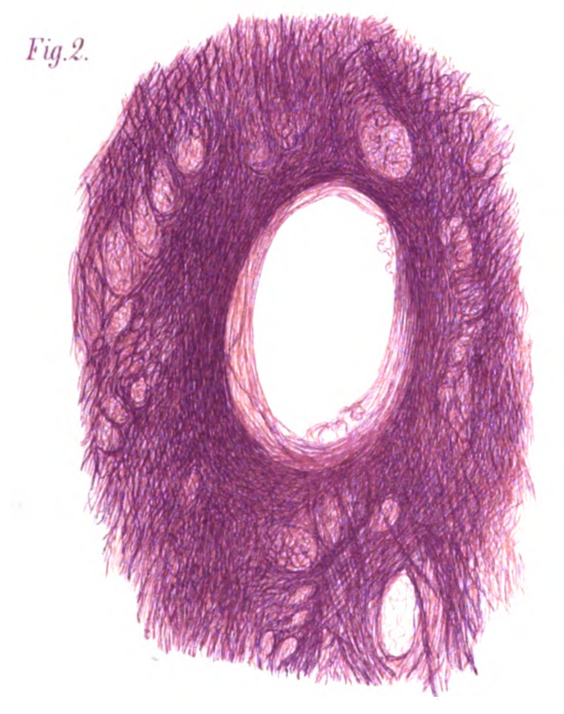
Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

Fig. 1.



Obj. 16. Oc. 12.

Fig. 2.



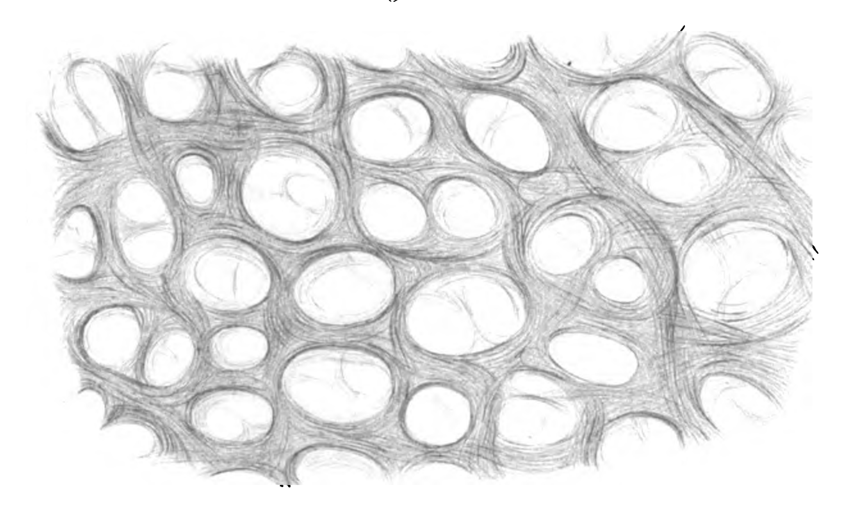
Obj. 16. Oc. 4.

M. Brödel fec. Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig.

Fig. 1.



Fig. 2.



Abhandl. d. K. S. Ges. d. Wiss. math. phys. Cl. Bd. XVII. 4.

Fig. 1.

Fig. 2.



$\frac{2}{1}$ Vergrösserung

M. Brödel fec.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

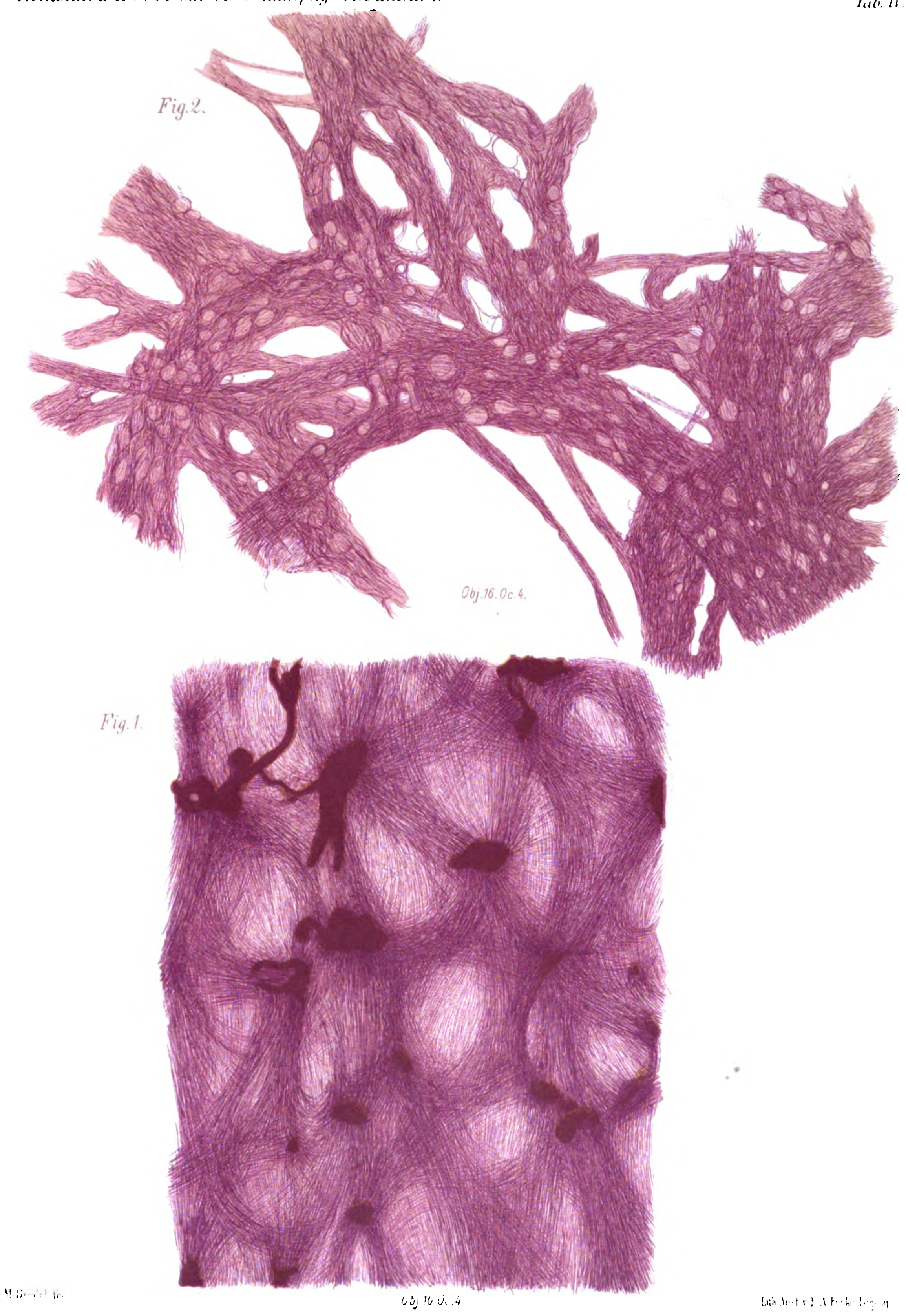
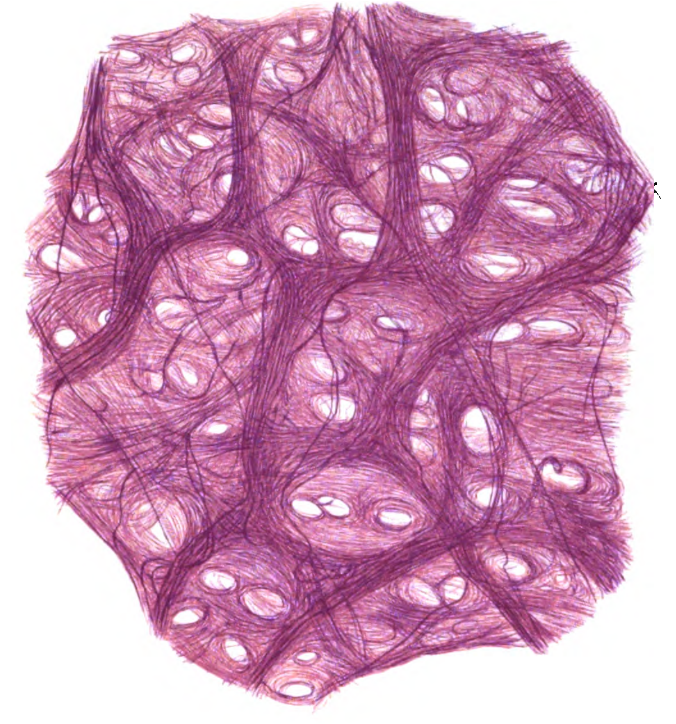
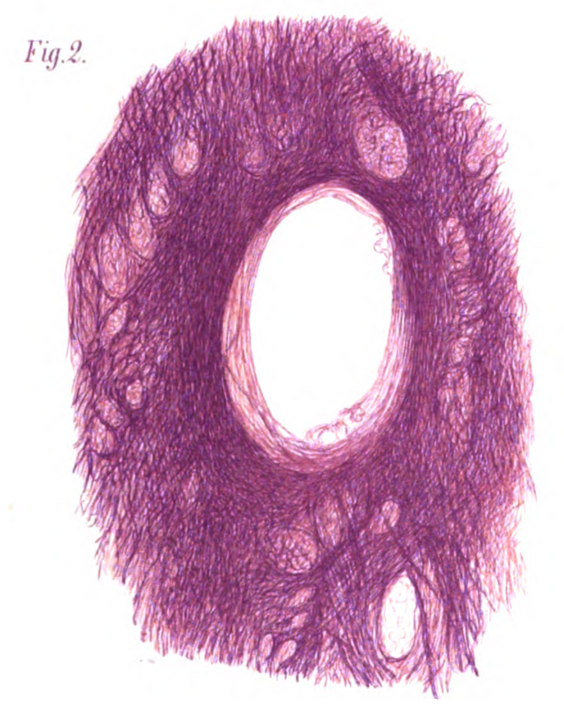

Fig. 2.
Obj. 16. Oc. 4.
Fig. 1.
Obj. 16 Oc. 4.

Fig. 1.



Obj 16. Oc. 12.

Fig. 2.



Obj 16. Oc 4.

M. Brödel fec. Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Fig. 1.



Fig. 2.

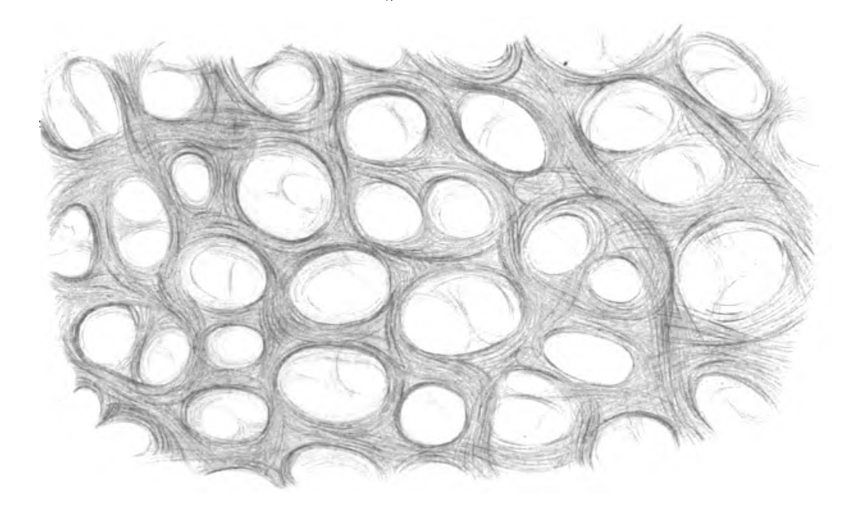


Fig. 1.

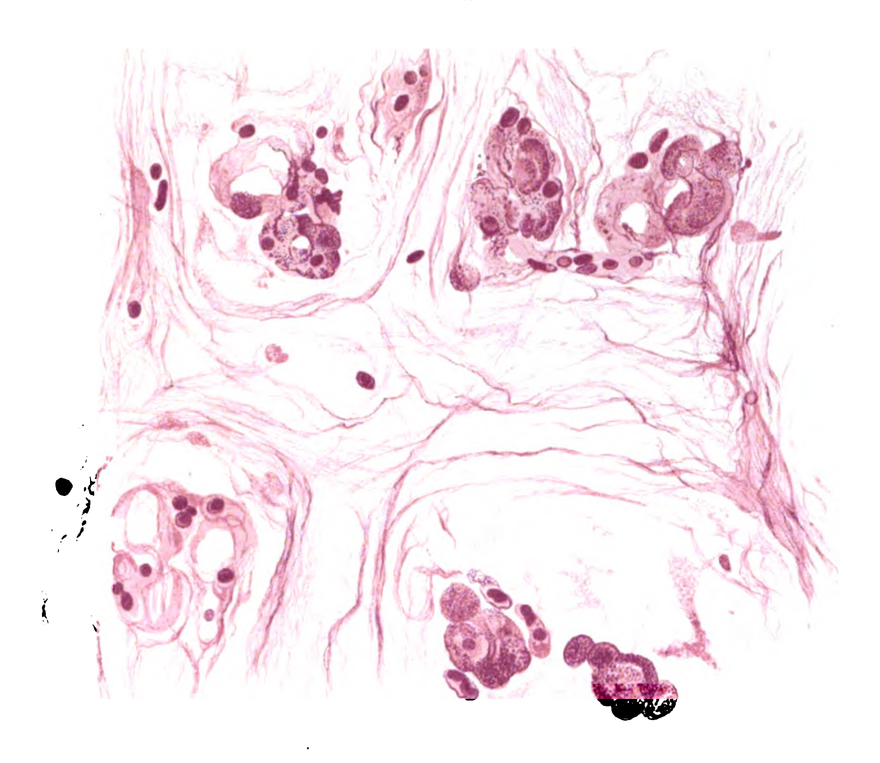
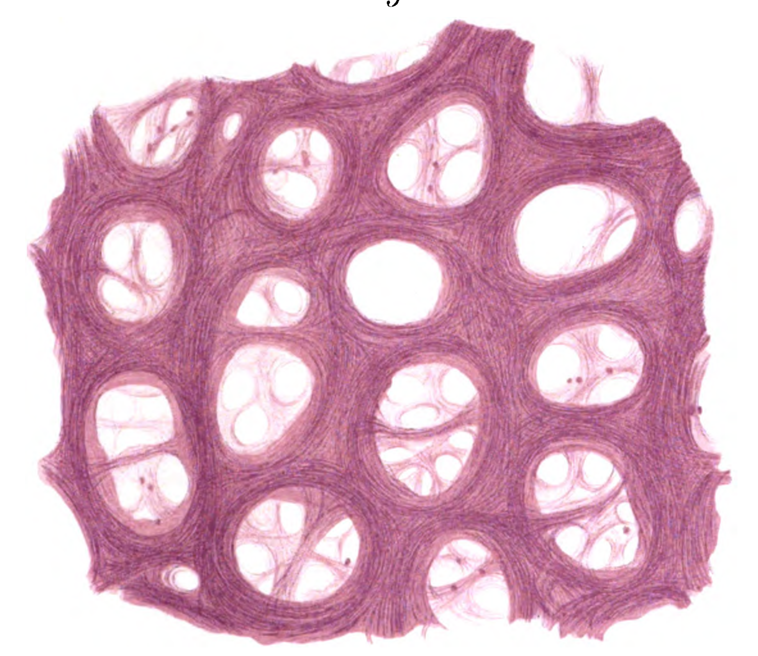
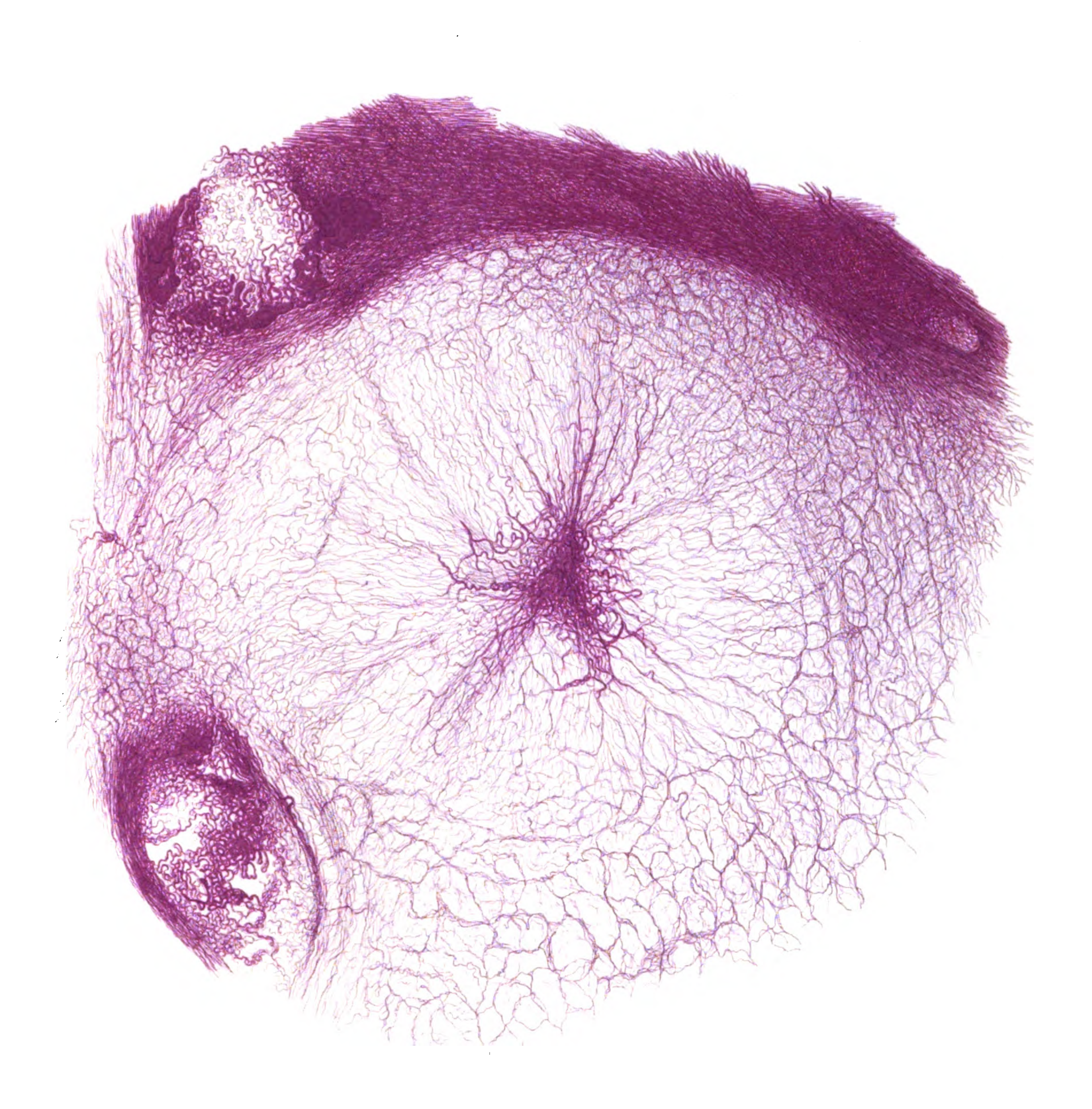


Fig. 2.



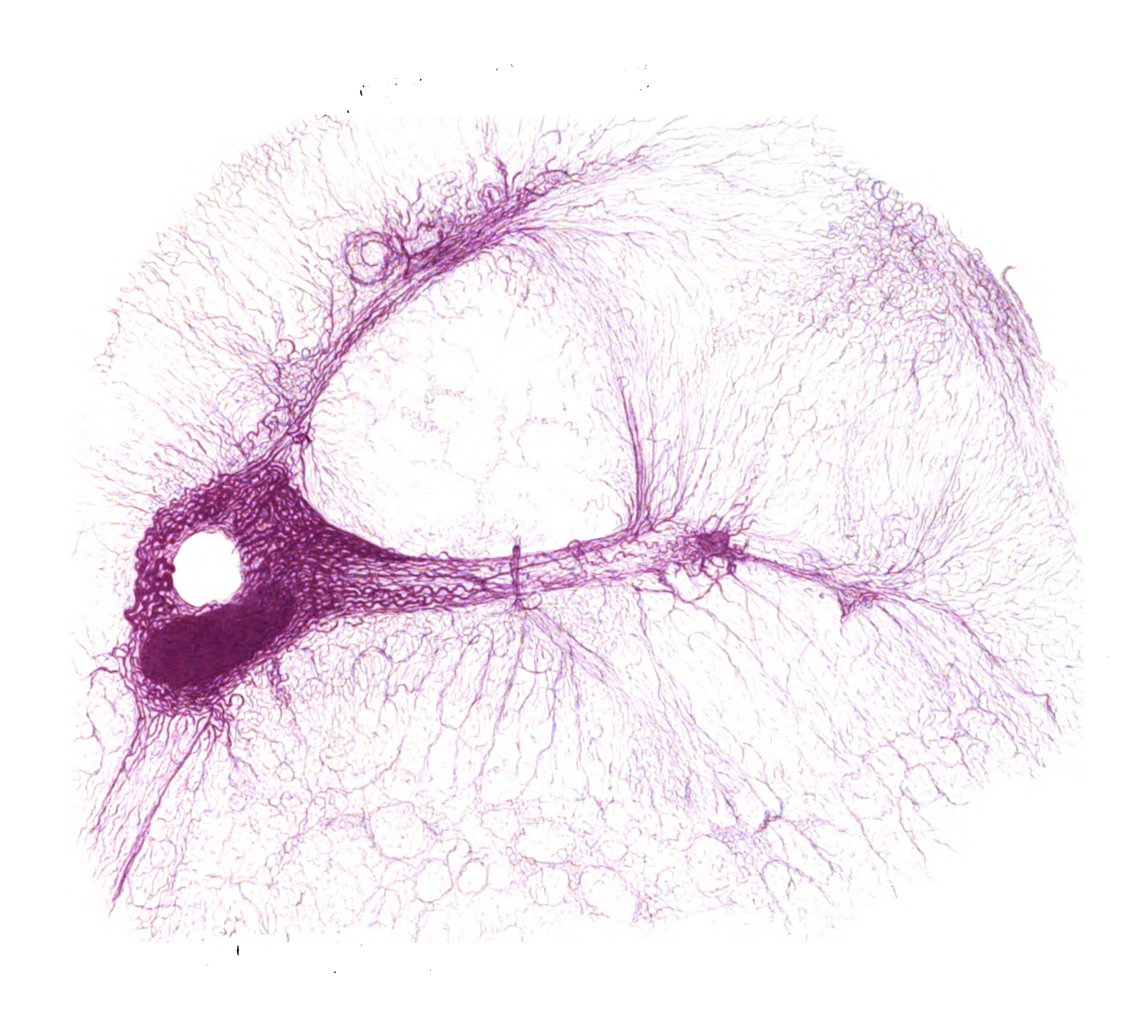
M Brodel fc.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



Obj. 16. Oc. 4.

M. Brodel fc. Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig



Obj 16. Oc 4.

M. Brödel fec. Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

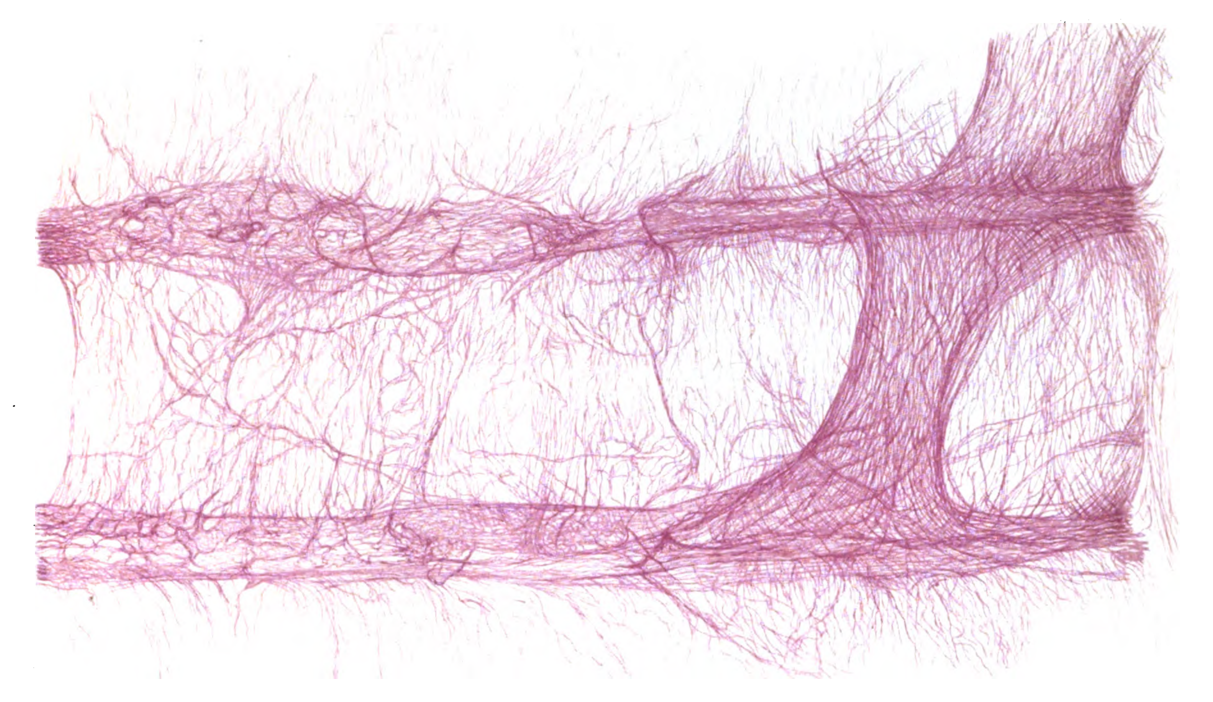
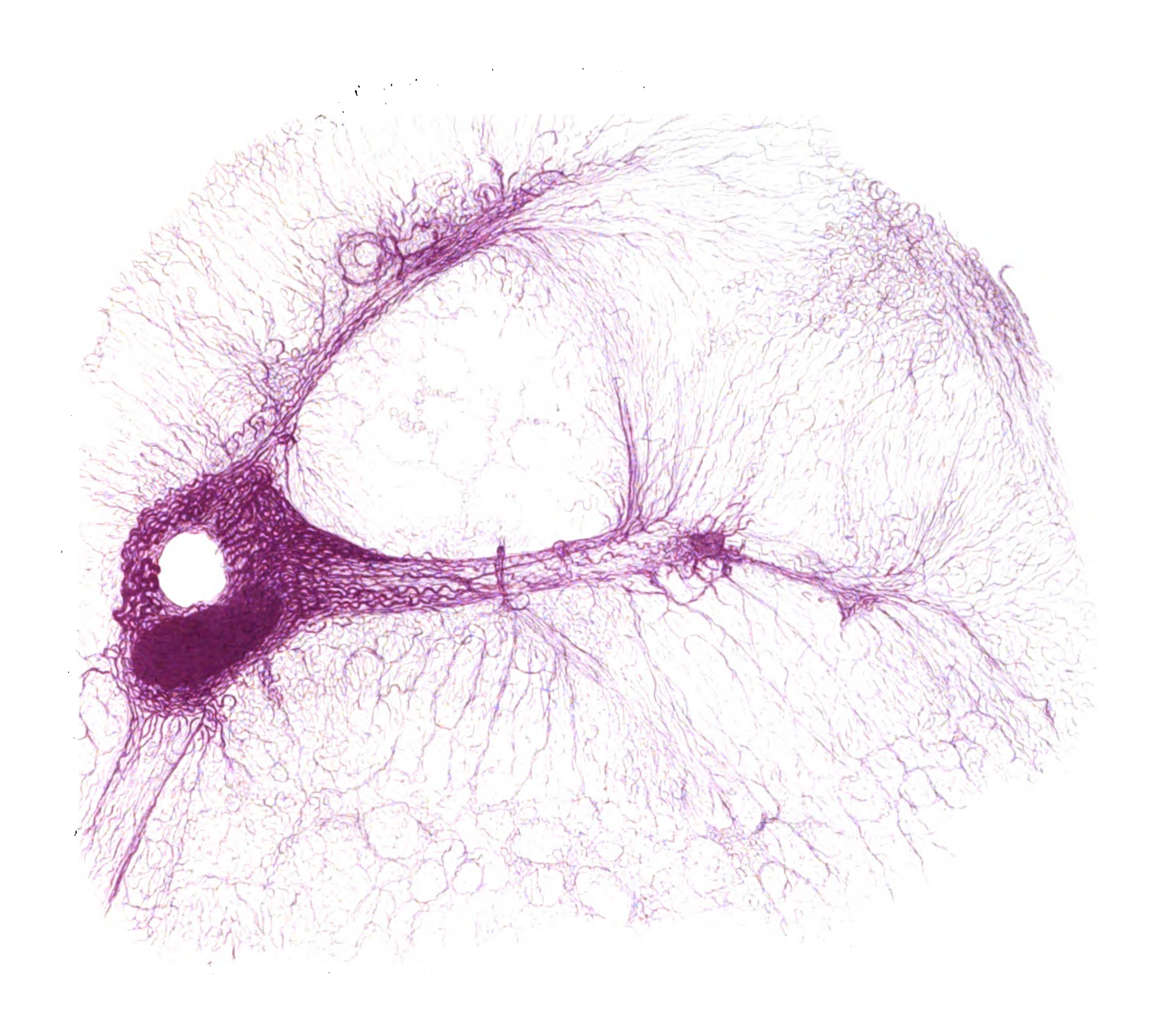


Fig. 2. Obj. 2. Oc. 4.

Fig. 1. Obj. 2. Oc. 4.

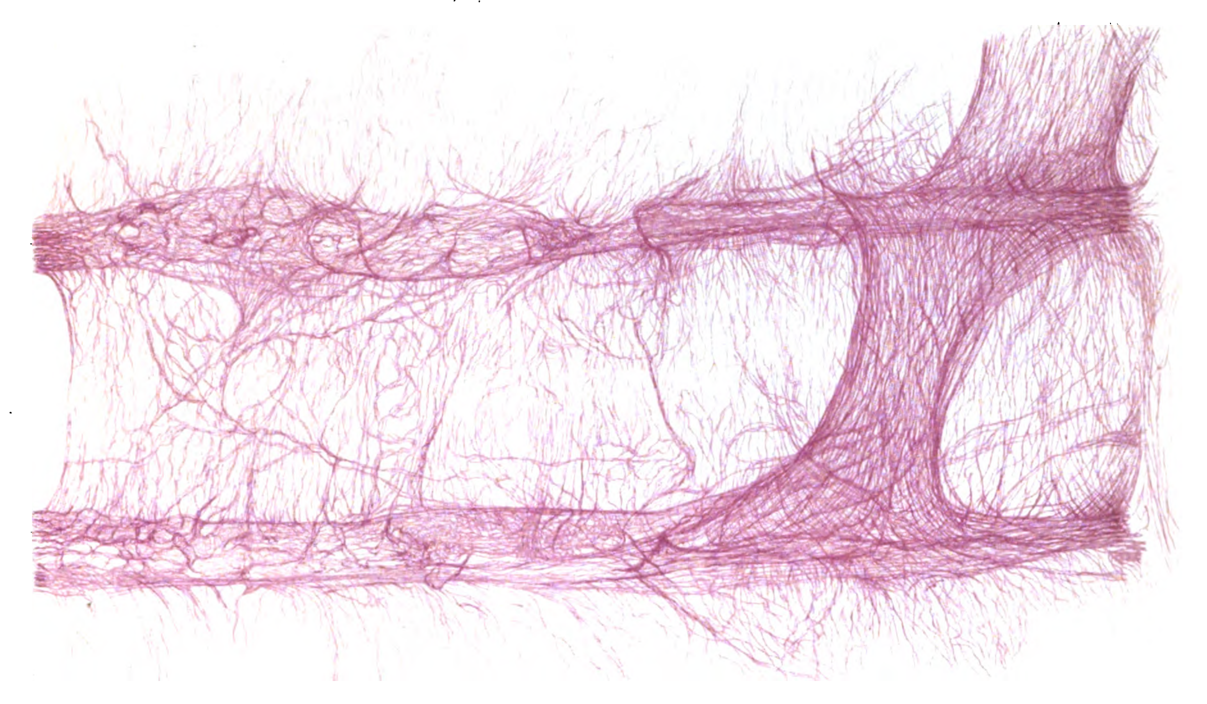
M. Brödel fec.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



Obj 16. Oc. 4.

M. Brödel fec. Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig



Obj. 2. Oc. 4.

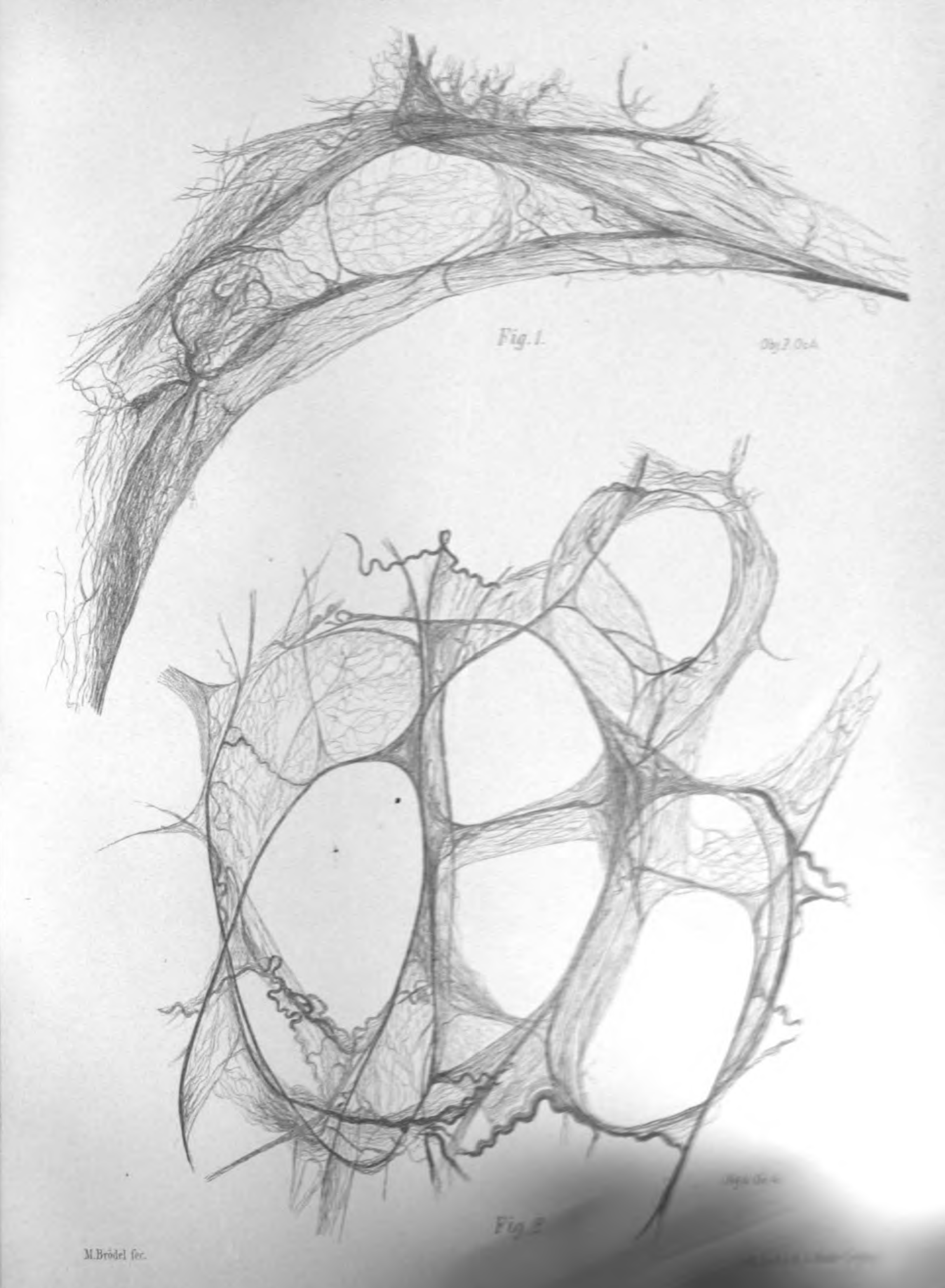
Fig. 2.

Obj. 2. Oc. 4.

Fig. 1.

V. Brödel fec.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig



M. Brödel fec.

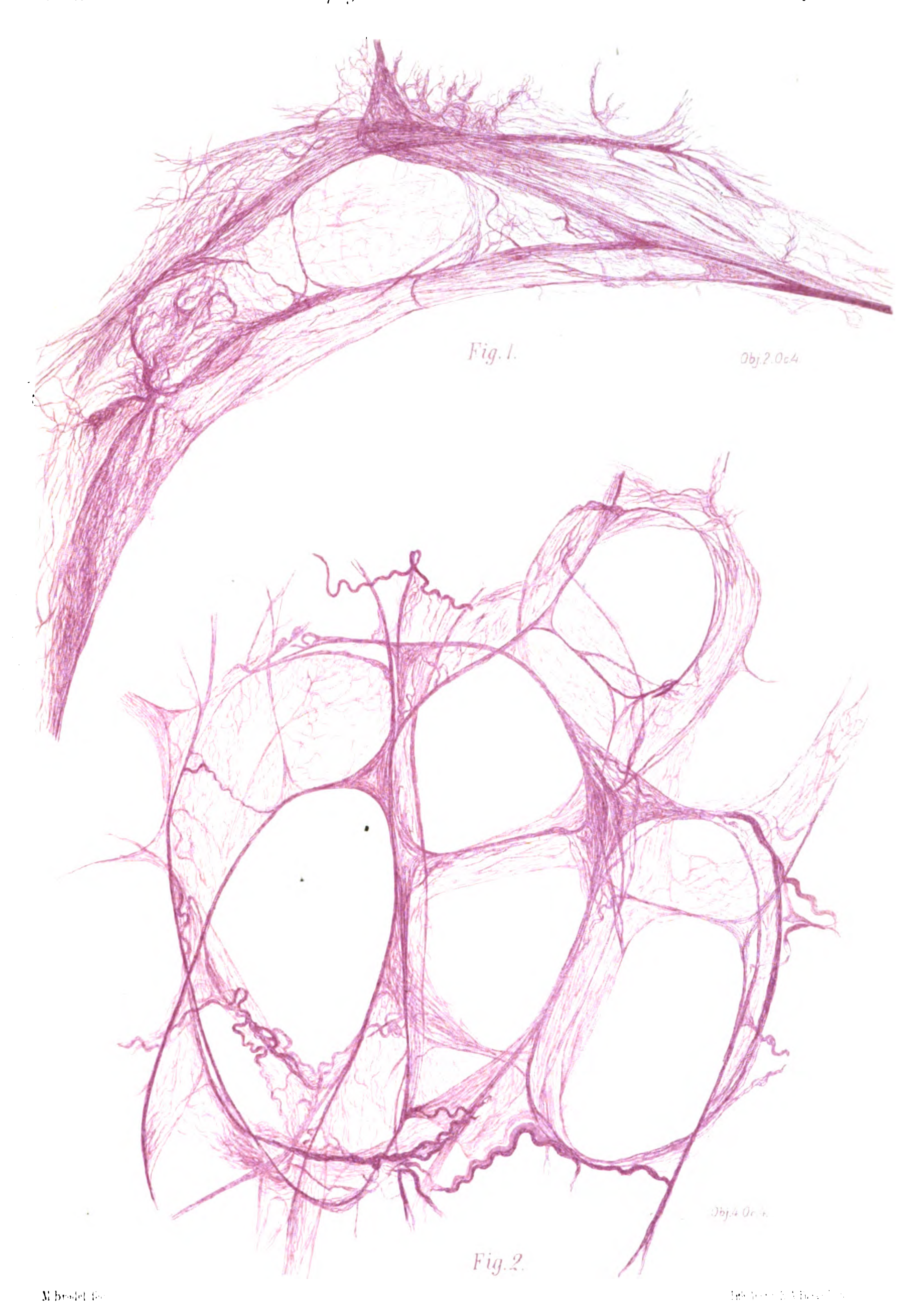


Fig. 1.

Fig. 2.

M. Brödel fec.

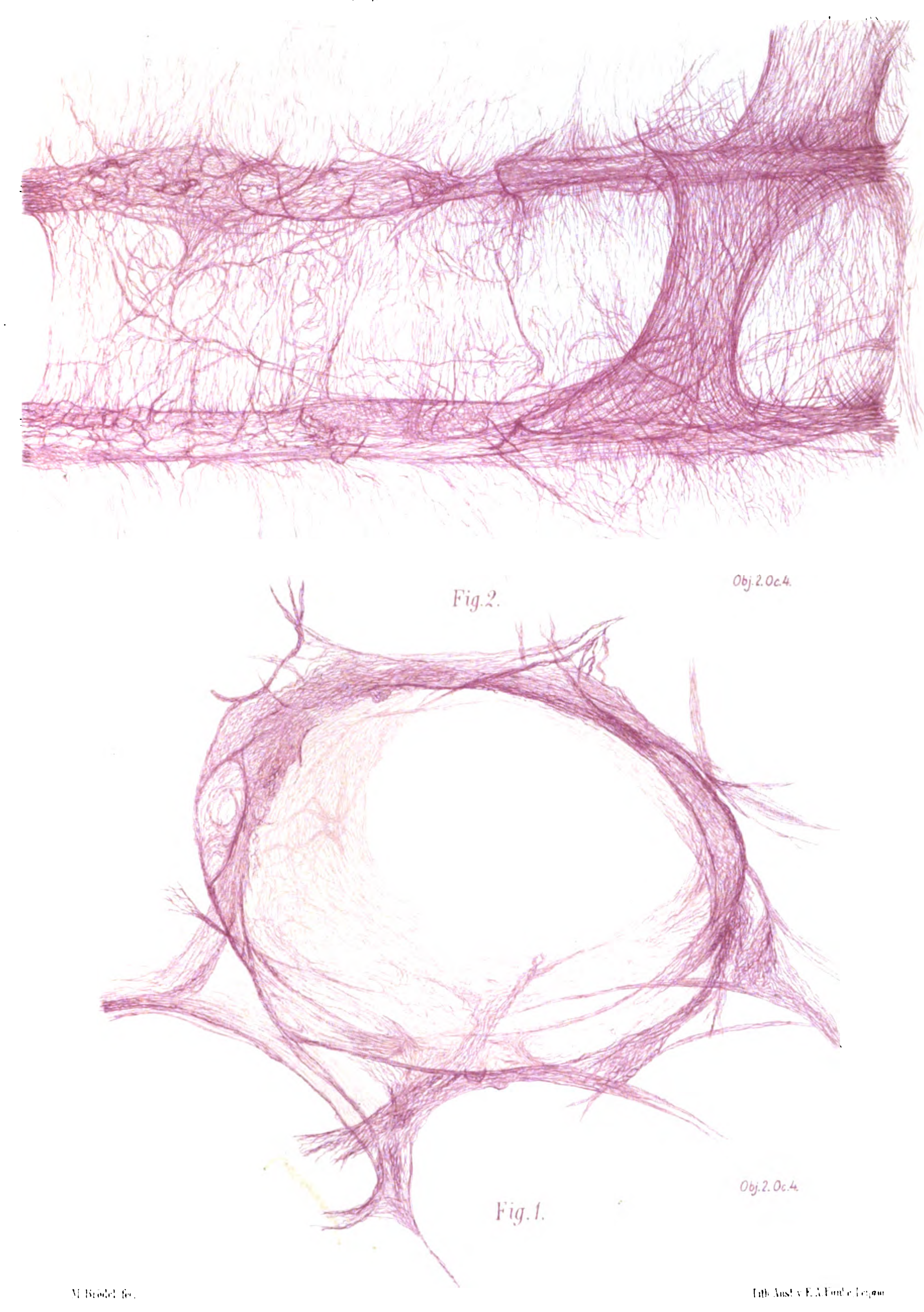


Fig. 2.

Fig. 1.

M. Brödel fec.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

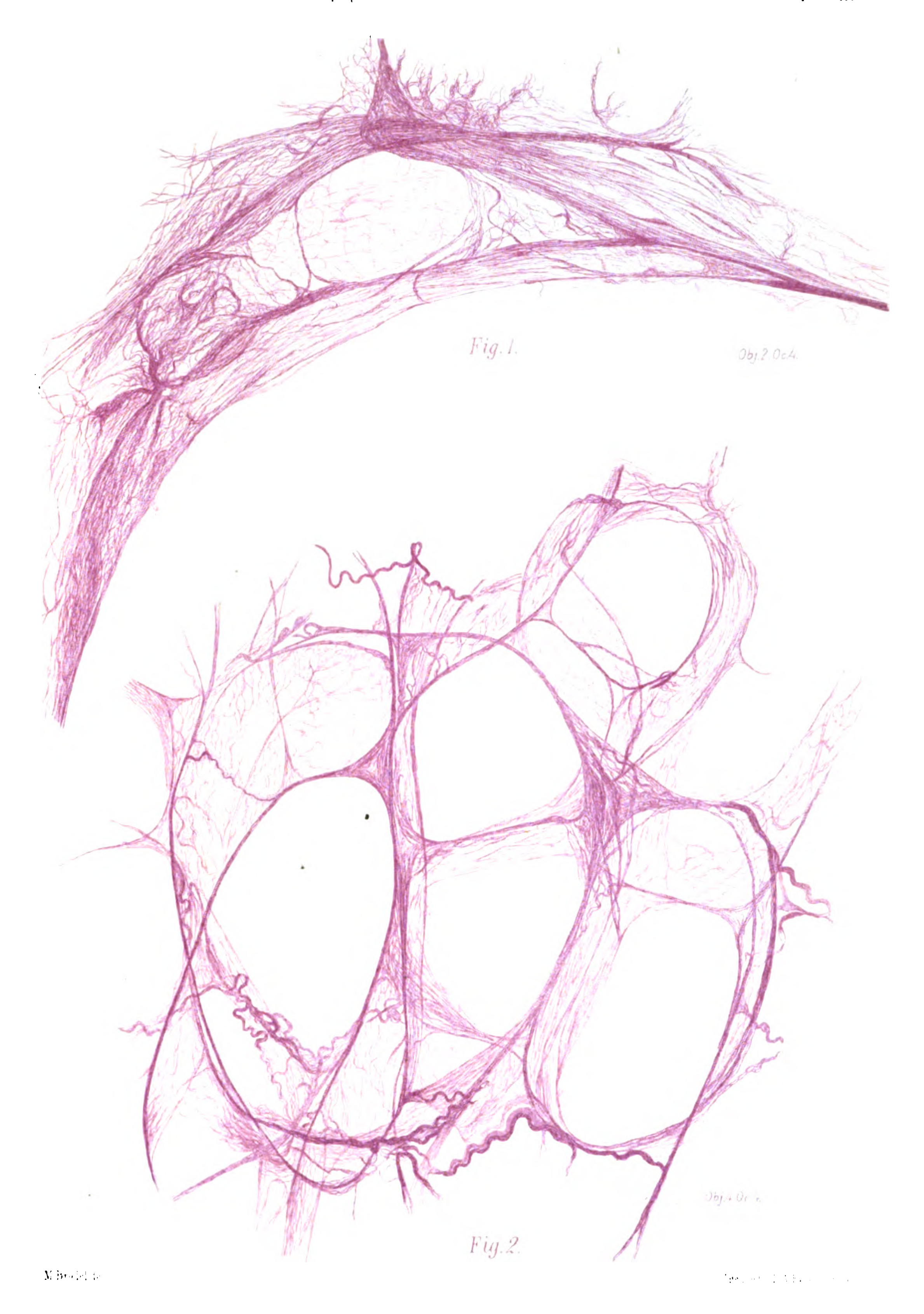


Fig. 1.

Fig. 2.

BEITRÄGE

ZUR

KENNTNISS DER FÜLLUNG UND ENTLEERUNG

DES

HERZENS

VON

L. KREHL.

Des XVII. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe
der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N⁰ V.

MIT SIEBEN TAFELN.

(Aus dem physiologischen Institute zu Leipzig.)

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1891.

Das Manuscript eingeliefert am 6. December 1890.
Der Abdruck vollendet am 15. Juni 1891.

BEITRÄGE

ZUR

KENNTNISS DER FÜLLUNG UND ENTLEERUNG

DES

HERZENS

VON

L. KREHL.

(AUS DEM PHYSIOLOGISCHEN INSTITUT ZU LEIPZIG.)

MIT VII TAFELN.

Jeder Versuch, die Herzmusculatur so zu präpariren, dass man aus dem Verlauf der Fasern die Formveränderung des Herzens ableiten könne, ist vorerst vollkommen aussichtslos. Die Fibrillen am Herzen des ausgebildeten Menschen sind so vielfach verschlungen, die Fasern theilen sich so häufig, geben so viele Fortsätze ab und gehen so oft in andere Ebenen über, dass man auch bei der sorgfältigsten Präparation mit einer neuen Methode, welche eine viel feinere Zerlegung der Musculatur gestattete als sie früher ausgeführt werden konnte, durchaus nicht im Stande war, Fasern überhaupt von Anfang bis zu Ende zu verfolgen.

Nicht einmal Gruppen von Fibrillen kann man in ihrem ganzen Verlaufe nachgehen, weil die Fasern nie auf längere Strecken zu Bündeln vereinigt bleiben. An Stelle dieses hoffnungslosen Versuches, die Faserung des ganzen Herzens zu entwirren, musste man sich darauf beschränken, den Verlauf der Fibrillen an einzelnen Stellen klar zu legen und daraus Schlüsse zu ziehen auf die Formveränderungen derselben während der verschiedenen Phasen der Herzrevolution. Dies ist in der That möglich; denn, wie C. Ludwig hervorgehoben hat, ist bei dem äusserst verwickelten Bau der Herzmuskelfaserung die Richtung, in der die Fibrillen wirken, viel mehr von dem Verhältniss zu den benachbarten Bündeln und den dadurch bedingten Hemmungen abhängig als von der Lage der Anfangs- und Endpunkte. Form und Faserung einzelner Herzstücke wurde nach dem Vorgang von Hesse in systolischem und diastolischem Zustande verglichen, weil man dadurch erfahren konnte, wie die eine Form in die andere übergeht. Bei dieser Art der Untersuchung wurden zugleich Aufschlüsse gewonnen über Form der Höhlen und der Mündungen, sowie über die Stellung der Klappen während beider

Herzphasen. Das Material, welches den Untersuchungen zu Grunde lag, bestand vorwiegend aus menschlichen Herzen: alles was an diesen präparirt werden konnte, wurde an ihnen untersucht. Für manche Versuche war indess die Benutzung von Hundeherzen nothwendig, weil in der Regel diese allein so frisch gewonnen werden konnten, dass man an ihnen je nach Belieben die systolische oder diastolische Form herzustellen im Stande war.

1. Die Methoden

mussten die Herstellung der systolischen und diastolischen Herzform und die Präparation der Faserung in beiden gestatten.

Fixirung des Herzens in diastolischem Zustande. Es wurden Herzen gewählt, die noch nicht in Todtenstarre gerathen waren, oder solche, bei denen dieselbe bereits wieder verschwunden war; diese wurden unzerschnitten dem Körper entnommen. Alle Gefässe ausser Vena cava superior und einer Lungenvene wurden durch fest eingebundene Korke wasserdicht verschlossen; in die beiden genannten Gefässe banden wir Glasrohre von entsprechender Weite und füllten das Herz von ihnen aus mit Wasser. Dies geschah unter hydrostatischem Druck von 50—100 mm Hg. Das Wasser dringt von den grossen Venen aus in die Kammern und von der Aorta aus in sämmtliche Kranzgefässe; von diesen filtrirt es langsam durch die Herzwände, wobei aus denselben grosse Mengen von Farbstoff ausgewaschen werden. Das Herz kommt dabei in den Zustand der stärksten Diastole, wohl einer stärkeren als sie je im Leben erreicht wird; denn die Füllungsdrucke sind um ein beträchtliches grösser als die natürlichen. Allerdings muss zugegeben werden, dass man nichts über die Widerstände weiss, welche die todte aber nicht todtenstarre Herzwand im Vergleich zur lebenden oder vielmehr überlebenden der Füllung entgegensetzt.

Die Wasserdurchleitung wurde 6—8 Stunden unterhalten. Wenn es nun darauf ankam, lediglich die Form des dilatirten Herzens zu untersuchen, so wird der diastolische Zustand mittels 96procentigen Alkohols fixirt, der nach dem Wasser etwa 3—4 Stunden lang das Herz durchströmen musste. Offenbar erhärtet sich durch das Eindringen des Alkohols in sämmtliche Kranzgefässe die Musculatur

sehr schnell; nach der genannten Zeit bleibt das Herz in Diastole stehen und man braucht, um es vollkommen hart zu machen, nur noch 5 Tage absoluten Alkohol ohne Druck anzuwenden. Soll der genauere Verlauf der Muskelfasern untersucht werden, so wird nach der Reinigung mit Wasser die nachher zu besprechende Methode der Zerfaserung angewandt.

Die Fixirung in systolischem Zustande geschah nach dem Vorgange von Hesse durch Wärme. Das frische Herz wird in eine concentrirte Lösung von doppeltchromsaurem Kali von 56° C. gelegt und die Temperatur der Lösung im Verlauf der nächsten Stunde auf der genannten Höhe erhalten. Wie Hesse gezeigt hat, geräth das Herz dadurch in den Zustand stärkster Systole. Es liegt auf der Hand, dass diese Methode nur für Herzen anwendbar ist, die noch contractionsfähig sind und dass sie nur dann eine Berechtigung hat, wenn man gelten lässt, dass sich alle Muskelfasern des Herzens um den gleichen Bruchtheil ihrer Länge zusammenziehen. Ist diese Annahme nicht statthaft, so ist natürlich jeder Versuch, sich künstlich ein systolisches Herz herzustellen, müssig und jede Discussion über die Form des systolischen Herzens überflüssig, weil man dann überhaupt nichts sagen kann. Ausser vielen Hundeherzen gelang es auch nach einer Hinrichtung ein Menschenherz in den systolischen Zustand überzuführen. Dadurch hat man zum ersten Male ein in Systole festgehaltenes menschliches Herz gesehen.

Die Zerfaserung des Herzens geschah durch Einlegen in rohe Salpetersäure. Bei Einwirkung derselben verkürzen sich die Fasern unter Verdickung und das Herz geräth sofort in Systole. Will man die Säurewirkung am diastolischen Organ erreichen, so muss man die Säure mit derselben Methode, wie sie vorhin für Wasser und Alkohol beschrieben wurde, unter Druck von etwa 60 mm Hg durch das Herz leiten, um mittels des erzielten intracardialen Druckes der Entstehung des systolischen Zustandes wenigstens einigermassen vorzubeugen. Der Versuch gelingt nur selten, weil die unter Druck stehende Säure in den meisten Fällen das Herz, besonders an den Vorhöfen, zerreisst und dann, sobald der von innen wirkende Druck nachlässt, natürlich sofort Systole hervorruft. Immerhin war es in einigen Fällen möglich, diastolische Herzen trotz Säurebehandlung zu bekommen.



Die Säure erweicht alles Bindegewebe und zerstört es zum grössten Theil. Man legt, nachdem sie etwa 3 Stunden gewirkt hat, die Herzen Tage lang in Wasser und wechselt es häufig. In demselben quillt das erweichte Bindegewebe und man kann alles, was aus solchem besteht, — Arterien, Klappen, die Verbindung mit den Vorhöfen, Peri- und Endocard — ohne jede Mühe von der Musculatur ablösen und die Muskelfasern selbst wegen der Erweichung des zwischen ihnen liegenden Gewebes sehr leicht von einander trennen. Je nachdem die Säure mehr oder weniger weit in die Tiefe geben soll, lässt man sie längere oder kürzere Zeit wirken. In einigen Fällen war es nothwendig die Säurebehandlung abwechselnd mit dazwischen eingeschobener Quellung vorzunehmen. Handelt es sich um die Untersuchung nur vereinzelter Herzstellen, so kann man diese direct in Säure legen und dann in Wasser quellen lassen; man bekommt sie dann natürlich immer im Zustande der Contraction. Wenn man nach der Wasserbehandlung alles Bindegewebe von der Musculatur entfernt hat, so werden die Stücke in Alkohol gehärtet und können entweder weiter zerfasert oder aufgehoben werden.

2. Der linke Ventrikel.*)

An der linken Kammer hat man, seitdem überhaupt Untersuchungen über die Muskelfaserung angestellt wurden, drei Schichten von Fasern unterschieden: eine dünne äussere, deren Fasern vorn von rechts oben nach links unten gehen, der Längsachse des Ventrikels in ihrer Richtung stark genähert. Eine dicke mittlere, deren Fasern theils ebenfalls von rechts oben nach links unten, theils von rechts unten nach links oben beide mit starker Annäherung an die Horizontale, theils direct horizontal verlaufen. Und eine dritte innerste Schicht, welche in Schraubenwindungen, doch nahezu parallel zur Längsachse der Kammer geht. Als Ausgangs- und Endigungspunkte der Fasern werden der Atrioventricularring, der Aorten-

*) Die Raumbezeichnungen sind so zu verstehen, dass das Herz mit der Basis nach oben und mit nach vorn gerichtetem Conus arteriosus auf die Platte des Tisches gestellt ist und die Atrioventricularöffnungen in die Horizontalebene fallen.

ursprung und die Papillarmuskeln angenommen. Den Zusammenhang dieser drei Schichten stellt man sich so vor, dass jede Faser in jeder Richtung einmal verläuft, also jeder Abtheilung einmal angehört, die Fibrillen somit Achter-Touren bilden. Diesen bekannten Thatsachen konnte mittels der neuen Präparationsmethode einiges Neue zugefügt werden.

Man muss die Fasern, welche dem linken Ventrikel allein angehören, in zwei Arten theilen: solche, die sehnig enden, und solche, welche in sich zurücklaufen, also immer muskulös bleiben. Die ersteren bilden im Allgemeinen die äussere und innere Schicht. Die Fasern derselben setzen sich aussen am Atrioventricularring und an der muskulösen Seite der Aortenwurzel an und zwar vorwiegend an zwei Stellen: dem Knorpel, der die Grenze zwischen der linken und rechten Aortenklappe bildet, und an dem, welcher über dem Boden der hinteren Klappe liegt (Fig. 1). Ausserdem in geringerem Maasse an dem Atrioventricularring. Die Fasern gehen von hier so ab, dass die mehr oberflächlich gelegenen steiler nach abwärts laufen, als die tieferen. Diese Fasern der oberflächlichen Schicht gehen zum grössten Theil in den Wirbel der linken Kammer; nur die, welche von dem hintersten Theile des Ringes entspringen, werden zu den später zu erwähnenden äusseren Fasern des rechten Ventrikels. Diejenigen Fibrillen, welche dem Herzwirbel angehören, biegen in das Innere der Kammer um und laufen als innerste Schicht fast senkrecht nach oben. Hier haben sie zwei Endigungsweisen: sie inseriren entweder in Papillarmuskeln und Chordae tendineae oder am Atrioventricularring; an diesem entweder direct oder durch mehr oder weniger lange Sehnen (Tafel I Fig. 2 u. 3). Es fällt auf, dass diese inneren Längsbündel keine einheitliche Schicht darstellen, sondern aus zahlreichen verschieden dicken Längswülsten bestehen, die durch dünnere Querleisten mit einander verbunden sind (Fig. 2, 3, 4).

Diese Spaltung der inneren Längsschichten ist ja längst bekannt, indess dass Spaltung und Klüftung so ausserordentlich stark sind, wie sie Tafel V Fig. 11 zeigt, ist nur an einem in starker Diastole gehärteten Herzen zu bemerken und noch nicht genügend beachtet worden.

Eine genauere Betrachtung ergiebt, dass die Spaltung der

inneren Schicht in getrennte Längsbündel am stärksten an der Herzspitze und ferner an der ganzen äusseren Wand ist, dass sie an der Scheidewand unterhalb der Aortenmündung fehlt. Hier ist das Endocard vollkommen glatt, man sieht nichts von Muskelzügen unter ihm. Wenn es nach Säurebehandlung entfernt ist, so sieht man auf der Scheidewand zwei auffallende sich kreuzende Muskelzüge: der obere schwächere geht von dem hinteren Aortenknorpel schräg nach vorn und abwärts, er gehört ganz der Scheidewand an. Der weit stärkere tiefer gelegene kommt von dem unteren Theile der Aussenwand und geht an der Scheidewand von hinten unten nach vorn oben (Tafel I Fig. 4). Am contrahirten Herzen springen die beiden Züge vor und haben offenbar hier eine ganz bestimmte Aufgabe, die nachher zu erwähnen ist.

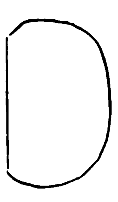
Über die Papillarmuskeln ist dem, was Hesse gesagt hat, nichts Neues zuzufügen. Wie er zeigte, kommen dieselben sämmtlich von der freien Wand her und zerfallen in zwei Hauptgruppen verschieden zahlreicher Spitzen, eine vordere und eine hintere. Es möge nur erwähnt werden, dass die Trennung in einen vorderen und einen hinteren Papillarmuskel, wie sie am Hund deutlich ist, für den Menschen nicht streng gilt (Tafel I Fig. 2 u. 3), dass auch zwischen beiden eine Reihe von Ansatzpunkten für Chordae tendineae sich findet. Die Papillarmuskeln beziehen durchaus nicht alle Fasern aus den innern Längsschichten; ein nicht unbeträchtlicher Theil ihrer Fibrillen stammt aus der Mittelschicht der linken Kammer und biegt an der Grenze von dieser und der Innenschicht scharf in die letztere ein. Dadurch wird natürlich die Befestigung der Papillarmuskeln eine besonders starke.

Wenn man die beschriebenen innern und äussern Fasern der linken Kammer an einem mit Salpetersäure behandelten und nachher gequollenen Herzen von ihren Ursprüngen losschneidet, so kann man sie von den mittleren Schichten, die im Allgemeinen horizontal verlaufen, ohne grössere Mühe trennen. Man hat dann diese letzteren in Gestalt eines Muskelkegels vor sich (Tafel IV Fig. 9 u. 10), welcher eine obere und eine untere Öffnung zeigt; diese ist kleiner als jene und stellt den Ort dar, an dem die äussern Kammerschichten in die inneren umwenden. Der Muskelkegel ist, wie Fig. 10 zeigt, natürlich beträchtlich niedriger als die ganze linke Kammer, denn es fehlt

oben der Atrioventicularring mit den Ansatzstellen der äusseren und inneren Längsfasern, und unten der Umdrehungswirbel jener in diese.

Es muss besonders hervorgehoben werden, dass die Herausschälung der inneren Schichten zwar ohne grössere aber nicht ohne jede Mühe gelingt. Man darf sich nicht vorstellen, dass die mittleren Schichten von den inneren durch eine Bindegewebsplatte getrennt seien. Es gehen vielmehr nicht wenige Fasern aus den äussern Lagen in die mittleren, und aus diesen in die inneren über; alle diese Fibrillen müssen natürlich bei der Herausschälung des Mittelstücks durchrissen werden, so speciell die Muskelzüge, welche in die Papillaren einbiegen.

Das Mittelstück selbst hat etwa einen Querschnitt, wie beistehende Figur zeigt; die Gerade stellt die Scheidewand, die krumme Linie die äussere Wand dar.



Die Muskelfasern dieses Mittelstückes laufen aussen vorn, von rechts oben nach links unten, doch wenig steil, der Horizontalen stark angenähert, an der Seite und hinten aussen in entsprechender Richtung; auf der Innenseite gerade umgekehrt, also z. B. an der seitlichen Wand innen von hinten oben nach vorn unten. Auf der Aussenfläche der Scheidewand gehen sie in derselben Richtung, an der linken Kammerfläche der Scheidewand umgekehrt. Nur zuweilen gelingt es einen Faserzug um einen ganzen Umfang herum zu verfolgen, meist reissen die Fibrillen bei der Präparation ab, weil sie in die Wand hinein verschwinden. Man muss sich die Vorstellung bilden, dass die Fasern dieses Mittelstückes Schlingen darstellen, welche zu ihrem Ausgangspunkt zurückkehren, weil sie nicht sehnig enden. In ihrem Verlaufe biegen sie theils ein-, theils zweimal um. An diesem Verlauf ist zweierlei bemerkenswerth: die Schlingen gehen in allen möglichen Winkeln zur Längsachse der linken Kammer, doch entschieden so, dass die stumpfen Winkel vorherrschen. Und dann wechselt die einzelne Schlinge in ihrem Verlauf häufig ihren Abstand von der idealen Mitte des linken Ventrikels. Das wurde schon erwähnt, als erklärt werden sollte, warum die Schlingen sich häufig nicht auf weitere Strecken verfolgen lasssen, sie durchflechten sich vielfach gegenseitig.

Von den Fasern des Mittelstückes gehen gewiss auch manche durch die Herzspitze, ebenso wie von den äussern und innern Längsfasern sich ein Theil dem Mittelstück beigesellt; es ist nochmals hervorzuheben, dass die Trennung der verschiedenen Systeme von einander immer nur mit Durchreissung von Fasern möglich ist. Jedenfalls muss man aber jetzt die Vorstellung gewinnen, dass nicht alle Fasern des linken Ventrikels einmal sowohl in der Längs- als auch in der Horizontalrichtung verlaufen.

Die Aortenmündung. Die grosse Schlagader steht in einem nach rechts offenen spitzen Winkel zur Basis der Kammer; die Aortenöffnung sieht vollkommen verschieden aus, je nachdem man sie am diastolischen oder systolischen Herzen betrachtet. An letzterem wird sie in ihrer natürlichen Gestalt gewonnen, wenn man ein Glasrohr in die Aorta einbindet, dasselbe mit Blut füllt und nun den Ventrikel nach der angeführten Methode zur Contraction bringt. Am diastolischen Herzen bildet das Aortenostium den rechten Theil der ovalen oberen Öffnung der linken Kammer, und ist lediglich durch eine Haut, von welcher der grosse Mittrallappen herabhängt, vom Ostium atrioventriculare geschieden; diese Haut ist an den beiden knorplichen Stellen, welche schon als Ausgangspunkte von äussern Längsfasern beschrieben wurden, befestigt (Grenze zwischen rechter und linker Aortenklappe, Knorpel an der hinteren Klappe). Die Semilunarklappen selbst sind theils an der muskulösen Scheidewand, theils an der genannten häutigen Wand angesetzt, sie liegen nicht in einer Ebene. Schon Hesse hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Semilunartaschen am zusammengezogenen Herzen zum Theil von Musculatur gebildet werden. In der That findet man das Ostium am systolischen Herzen vollkommen anders als am diastolischen: es ist spaltförmig geworden und zwar spaltförmig durch die genannten Muskelwülste, welche fast allseitig in das Ostium vorspringen und nur an der vorderen Hälfte der linken Aortenklappe fehlen. Diese Muskelwülste entstehen hauptsächlich durch die Contraction jener beiden Schrägzüge, die auf der Innenfläche der Scheidewand schon beschrieben wurden. Fig. 6 zeigt dies aufs Deutlichste. Dass die Aortenmündung in der Systole fast allseitig von Muskeln umschlossen wird, ist nur dadurch möglich, dass die beiden erwähnten Knorpelstücken sehr nahe aneinander rücken. Es erhält also während

der Kammersystole die ganze obere Öffnung der linken Kammer eine mehr ∞förmige Gestalt im Vergleich zur ovalen diastolischen. Oberhalb dieses engen Muskelspaltes liegt der weite Raum der Aortenwurzel, er ist dadurch besonders geräumig, dass über der hinteren Aortenklappe sich ein weiter Recessus auf der Scheidewand nach hinten erstreckt.

Es fragt sich nun, was eröffnen die genannten Befunde Neues für das Verständniss der Bewegungsvorgänge am linken Herzen? Die Theilung der Muskelfasern in vorwiegend längs und vorwiegend quer verlaufende, deren erstere sehnig enden, während die letzteren in sich selbst zurücklaufen, zeigt die Anwesenheit eines besonderen Triebwerkzeuges, welches durch den mittleren Kegel dargestellt wird. Es ist ersichtlich, dass dessen Fasern ganz vorwiegend die Entleerung des linken Herzens bewirken müssen. Wären sie allein da, so müsste sich die linke Kammer bei der Systole verlängern. Diese Verlängerung, welche bei blosser Zusammenziehung der rein horizontalen Fasern eintreten würde, wird verhindert einmal durch die vielen schrägen Fasern, die im Triebwerkzeuge verlaufen, und dann durch die innern und äussern Fasern, welche die Mittelschicht klammerartig umgeben. Die letzteren würden an sich bei ihrer Contraction eine Verkürzung der linken Kammer zur Folge haben: diese Verkürzung ihrerseits wird verhindert dadurch, dass die Quermuskeln (das Triebwerkzeug) zwischen innere und äussere Schichten eingelagert sind. Wenn also beide Systeme von Muskelfasern sich bei der Zusammenziehung die Wage halten, so muss der linke Ventrikel während der Systole nur im Querdurchmesser verkleinert werden, die Längsachse muss im wesentlichen unverändert bleiben. In der That hat Hesse gezeigt, dass beim Hund der Längsdurchmesser der linken Kammer sich nicht verändert. Für den Menschen ist das allerdings noch nicht nachgewiesen; es war bisher eben noch nicht möglich, zwei annähernd gleiche Herzen zu erhalten, von denen man das eine in Systole, das andere in Diastole hätte fixiren können. Indess liegt kein Grund vor, für den Menschen diese Verhältnisse anders als für den Hund anzunehmen.

Bei der Zusammenziehung müssen die innern Schichten der linken Kammer stark gedrückt werden und zwar nicht nur die innern



Längs-, sondern auch die innern Querschichten. Denn wenn ein bandartiger Ring durch centripetale Kräfte so verengt wird, dass sein Flächenraum unverändert bleibt, so muss sich, wie eine mathematische Berechnung, die ich der Güte des Herrn Dr. Starke verdanke, ergiebt, der innere Grenzkreis procentarisch stärker verkleinern als der äussere. Nun liegen aber die Verhältnisse am Herzen ebenso wie an einem Ring von den genannten Eigenschaften: die Fläche eines Herzquerschnitts bleibt in der That während Systole und Diastole unverändert. Um dies zu erweisen, wurden zwei junge Hunde gleichen Wurfs, die genau gleich schwer waren, durch Decapitation getödtet, das Herz des einen wurde in Systole, das des andern in Diastole durch heisse Kalibichromatlösung fixirt. Dann wurden die Herzen in genau gleicher Entfernung von der Herzspitze senkrecht zur Längsachse der linken Kammer in Querschnitte zerlegt und diese planimetrirt; es ergab sich z. B., dass die Musculatur des einen einen Flächenraum von 8,40 qcm, die des andern einen solchen von 8,50 qcm hatte. Daraus geht hervor, dass die Fläche der Musculatur auf Querschnitten bei der Zusammenziehung im wesentlichen unverändert bleibt. Es findet also die Verkleinerung der linken Herzhöhle so statt, wie man ein Faltenfilter durch Verengerung eines horizontal um dasselbe gelegten Ringes verengern würde. Dabei springt eine Anzahl Wülste stark in das Lumen der linken Kammer vor und diese legen sich aneinander; beim Hund sind es die von Hesse beschriebenen vier, beim Menschen, wie Tafel III Fig. 7[a] u. 8[a] lehren, beträchtlich mehr. Die Aortenmündung wird dadurch freigehalten, dass an der Scheidewand Wülste fehlen und das grosse Segel der Mitralis durch den Blutstrom von der Aortenmündung weggedrängt wird. Die schiefe Stellung der grossen Schlagader zur Atrioventricularebene erleichtert dies wesentlich.

Dadurch, dass die Fasern des linken Ventrikels so vielfach während ihres Verlaufs die Ebene wechseln (die Entfernung von der idealen Mittellinie der Kammer), dadurch, dass sie sich so innig verflechten, wird verständlich, dass die Wand auch für hohe Drücke wasserdicht und so ausserordentlich hart wird, denn die Fasern müssen sich bei der Contraction fortwährend gegenseitig hemmen, zerren und sehr stark anspannen; die grosse Härte ist aber für die Erzeugung hoher Drücke unbedingt nothwendig.

3. Die rechte Kammer.

Der rechte Ventrikel zerfällt in einen Ein- und einen Ausströmungstheil; ersterer hat die Form einer Tasche und ist medial begrenzt von der Scheidewand, lateral von der bogenförmig gekrümmten Aussenwand der rechten Kammer. Der Ausströmungstheil setzt sich röhrenförmig an das vordere Ende der Tasche an; beide Abschnitte sind von einander durch einen stark vorspringenden Muskelwulst getrennt.

Bezüglich der Muskelfasern, welche den rechten Ventrikel bilden, kann man zwischen solchen unterscheiden, welche beiden Kammern angehören, die also von der linken kommen oder zu ihr gehen, und solchen, die dem rechten Ventrikel allein angehören. Unter den letzteren giebt es solche, die nur an der Bildung der Tasche oder des Conus Theil nehmen, und solche, welche sich über beide erstrecken.

Den feineren Bau der Aussenwand des taschenförmigen Theils kann man nur am dilatirten Herzen gut erkennen; sie besteht für die grobe Betrachtung aus zwei Schichten: einer äusseren continuirlichen dünnen und einer inneren netzförmig angeordneten dickeren. Am stark erweiterten Herzen kann man zwischen den dicken Balken der letzteren fast überall das Licht durch die zarte Aussenschicht durchschimmern sehen. Diese ist zum grössten Theil von Fasern gebildet, welche aus dem linken Ventrikel kommen und zwar theils aus der Scheidewand, theils vom hintern Aortenknorpel; sie laufen im wesentlichen von links hinten oben nach rechts vorn unten und gehen zum grössten Theil in den besonderen Wirbel des rechten Ventrikels, welcher kleiner als der des linken, von diesem durch eine Furche getrennt ist. Diejenigen Fasern, welche so horizontal verlaufen, dass sie den Wirbel nicht mehr treffen, gehen über die vordere Commissur in die Aussenwand der linken Kammer und zum Theil in die Commissur selbst hinein. Ein Theil der Aussenschichtfasern unterbricht plötzlich seinen Verlauf und wendet sich mit scharfer Biegung nach innen, um sich den nachher zu erwähnenden innern Fasern beizumischen.

Nicht alle Fasern der Aussenschicht laufen in der angeführten Hauptrichtung; horizontale wurden schon erwähnt; es giebt auch solche,



welche von rechts hinten unten nach links vorn oben gehen; diese setzen sich dann vorn an den Ort, wo sich die Aorta auf die Scheidewand stützt, zwischen Pulmonal- und Tricuspidalöffnung. Von den Fibrillen, welche die Hauptrichtung verfolgen, kommt nur ein Theil aus der linken Kammer, ein anderer entspringt vom rechten Atrioventricularring.

Die zerklüftete innere Schicht der Aussenwand des Recessus wird fast ganz von kurzen Fasern gebildet, die ihrem Verlauf nach der Tasche allein angehören (Tafel VI Fig. 15). Sie entspringen am oberen Rand der Scheidewand in seiner ganzen Ausdehnung und gehen zunächst senkrecht nach abwärts, stellen somit eine besondere Schicht des Septums dar. In verschiedener Höhe wenden sie sich nach dem Lumen der rechten Kammer, durchziehen dieses in wechselnden Höhen (die untersten bilden den Boden des Recessus) und steigen in getrennten Balken theils als Trabekeln theils als Papillaren an der Aussenwand der Tasche in die Höhe, um sich entweder mittels Chorden am Segel oder mit mehr weniger kurzen Sehnen an den Atrioventricularring anzusetzen (Tafel VI Fig. 15). Diese Balken liegen im diastolischen Herzen scheinbar regellos, am systolischen sieht man, dass sie zwei Hauptrichtungen einnehmen; die grössere Mehrzahl läuft von unten nach oben, also in der Längsachse des Herzens; die kleinere Zahl ist senkrecht dazu gestellt, also in die Längsachse des Conus arteriosus (Tafel VI Fig. 15). Es wurde schon erwähnt, dass die senkrechten Trabekeln Fasern aus der äussersten Schicht der Taschenwand erhalten, diese müssen natürlich eine feste Verbindung beider Schichten hervorrufen. Unter den Trabekeln der Tasche ist einer besonders ausgezeichnet: der dicke Wulst, welcher die Grenze zwischen Recessus und Conus bildet (Tafel I Fig. 2, Tafel VI Fig. 16 u. 18). Er geht vom Aortenstück der Scheidewand über den Boden der Tasche nach der Aussenwand und unter dem Dach des Conus wieder nach dem Aortenursprung zurück.

Weiter sind unter den Balken einzelne ausgezeichnet dadurch, dass sie aus dem Gewirr am Boden des Recessus mitten in demselben sich erheben und Ansatzpunkte von Chordae tendineae bilden: das sind die an Zahl wechselnden Papillarmuskeln der rechten Kammer, die nicht von der Scheide- oder Aussenwand ausgehen. Der vordere von ihnen entspringt häufig, ja meistens aus dem grossen

Muskelwulst an der Grenze von Recessus und Conus. Ein genaues Studium ihrer Faserung ergiebt, dass die Fibrillen, aus denen sie sich zusammensetzen, von allen Seiten heranziehen, von innen, aussen, vorn, hinten und unten: die Fasern, welche von der Scheidewand stammen, entspringen, wie erwähnt, am obern Rand derselben, die von aussen her kommenden stammen aus dem linken Ventrikel und gehören zu den bereits genannten, welche durch die Aussenschicht durchbrechen. Die vorderen Fasern kommen vom Lungenarterienrand; die unteren und hinteren stammen theils ebenfalls aus den Aussenschichten der linken Kammer, theils vom Atrioventricularrand.

Die freistehenden Papillarmuskeln der rechten Kammer sind also fest und gleichmässig nach allen Seiten befestigt, und das ist von grösster Bedeutung für ihre Function. Ausser den beiden erwähnten Arten von Papillarmuskeln gibt es in der rechten Kammer bekanntlich noch solche, die von der Scheidewand ausgehen; unter diesen ist der vorderste dadurch ausgezeichnet, dass er im Gegensatz zu allen andern Papillaren des Herzens vollkommen horizontal steht.

Die Aussenwand des Conus arteriosus lässt, ebenso wie die der Tasche, zwei Schichten erkennen: eine innere, (für ihn) längs verlaufende und eine äussere Ringschicht. Erstere ist am deutlichsten am systolischen Herzen erkennbar: man sieht hier eine Anzahl von Längswülsten, welche an der Klappeninsertionsstelle enden und in der Gegend des abgrenzenden Ringes mit den Querleisten der vertikalen Trabekeln des Recessus in Verbindung stehen (Tafel VI Fig. 15). Dort wo die Semilunarklappen sich ansetzen, bilden die zusammengezogenen Längswülste genau eben solche Polster für die Pulmonalklappen, wie sie an der Aorta beschrieben wurden. Die äusseren Querschichten gehören theils dem Conus allein an, theils setzen sie sich von ihm auf den linken Ventrikel fort. Sie entspringen von der Scheidewand dort an der Stelle, wo sie zugleich Aortenwand ist (Tafel I Fig. 1). Ein Theil entspringt beim Hund wenigstens von einer starken Sehne, die von der Grenze zwischen rechter und linker Pulmonalklappe nach der Aorta hinübergeht (Tafel VII Fig. 19). Diese Fasern schlagen sich um den Conus herum und gehen theils in die Aussenschichten der linken Kammer, theils in die Scheidewand, theils bleiben sie auf den Conus beschränkt und setzen sich an verschie-



denen Stellen des Lungenarterienrandes an. Die äussern Fasern des Conus sind von denen der Tasche nicht principiell getrennt; an der Grenze beider geht ein Theil der äusseren langen Taschenfasern um den Kegel noch herum.

Was ergiebt sich nun aus der anatomischen Präparation für das Verständniss der Mechanik des rechten Ventrikels? Der Verlauf der Fasern an der rechten Kammer lässt uns deutlich das Zustandekommen seiner Formveränderung verstehen. Die Fasern der Aussenschicht, welche linkem und rechtem Ventrikel gemeinsam angehören, ziehen bei ihrer Verkürzung letztere an jene heran und verkleinern den sagittalen und transversalen Durchmesser. Dabei müssen die, welche tangential am Atrioventricularostium vorübergehen oder von demselben entspringen und dann zu ihm tangential verlaufen, dieses Ostium gleichzeitig verengern. Die Trabekeln verkürzen durch ihre Zusammenziehung die Spitzenbasisachse der Kammer, legen sich durch die Contraction ihrer Querleisten aneinander und verdicken die äussere Wand. Die freien Papillarmuskeln werden durch ihre Befestigungen nach allen Seiten hin an ihrem Ort gehalten, welches auch die Stellung der Wände sein mag. Der Conus arteriosus muss durch die Zusammenziehung seiner Längsfasern verkürzt, durch die der Querfasern verengt werden. In der That sieht man am lebenden Herzen die diastolische Wölbung des Kegels bei jeder Systole verschwinden und seine Längsachse sich beträchtlich verkleinern. Dadurch steigt der ganze vordere Theil des rechten Herzens nach abwärts und man hat den Eindruck, als ob das ganze Herz verkürzt würde, einen Eindruck, der so mächtig in seiner Wirkung ist, dass man trotz Hesse's gegentheiliger Erweisungen noch heute allgemein eine systolische Verkürzung des ganzen Herzens annimmt. Bei der Zusammenziehung der Längsmuskeln am Conus wird, wie erwähnt, eine Unterstützung für die Semilunarklappen geschaffen. Wir haben an der Pulmonalis genau dieselben Einrichtungen wie an der Aorta: den muskulösen Boden der Klappen, den engen Muskelspalt, die weite Arterienwurzel. Die Fasern, welche von der Aortenwurzel und der erwähnten Sehne um die Lungenarterie herum gehen und in Scheidewand oder linker Kammer verschwinden, müssen noch die Aufgabe haben, die Lungenarterie fortwährend mit der Aorta zusammenzuhalten.

4. Ergebnisse für die Mechanik des ganzen Herzens.

Aus dem bisher Beschriebenen ergibt sich eine Reihe von Betrachtungen über die Formveränderung des ganzen Herzens, über die Füllungen und Entleerungen der Kammern, welche in beiden viel Ähnliches zeigen und deswegen am besten hier für beide erwähnt werden. Die Formveränderung des Herzens bei der Systole ist natürlich direct eine Folge der Anordnung und des Verlaufs der Muskelfasern, und es wurde bereits gezeigt, dass die unveränderte Länge der linken Kammer bei Verkleinerung in den Querachsen, andererseits die Verkürzung und Verschmälerung des rechten Ventrikels aus unseren jetzigen Kenntnissen des Faserverlaufs vollkommen verständlich sind.

Alle Vorgänge am Herzen: Füllung, Entleerung, Klappenschluss und Klappenöffnung müssen sehr schnell, sehr präcis und besonders gleichmässig genau für wechselnde Ansprüche an Füllungen und Widerstände vor sich gehen. Wenn die Herzaction beschleunigt ist und dabei die Pausen sich sehr stark verkürzen, so muss die Füllung ausserordentlich schnell geschehen, die Klappen müssen sehr rasch geschlossen und wieder geöffnet werden. Ferner, wenn bei starken Vagusreizungen die Pausen lang werden, so darf das Herz sich in denselben nicht überfüllen und die Atrioventricularklappen müssen trotz der starken Füllungen noch ebenso prompt im Beginn der Systole geschlossen sein wie bei jenen kleinen. Es dürfte deshalb nicht ohne Interesse sein, nach besonderen Einrichtungen zu forschen, welche diese ausgezeichnete Leistungsfähigkeit des Herzens unter den verschiedensten Verhältnissen ermöglichen; besonders für den Pathologen muss es reizvoll sein, solchen Einrichtungen nachzugehen, da natürlich Störungen derselben die Thätigkeit des Herzens ungünstig beeinflussen müssen.

Die Füllung des Herzens geschieht einmal durch den Druck, welchen das eindringende Blut besitzt — man weiss: er ist für beide Kammern sehr gering — und dann durch die Ansaugung des Bluts seitens der Lungen, der Vorhöfe und der Herzkammern selbst. Die genannten geringen Druckkräfte werden natürlich um so wirkungsvoller sein, je geringer die Widerstände im Herzen selbst sind.

Die Ansaugung des Bluts seitens der Kammern, unabhängig von der der Lungen — also eine active Diastole — ist durch mehrfache Untersuchungen ihrer Existenz nach vollkommen sicher gestellt, aber bisher noch dunkel bezüglich ihrer Entstehung. Man könnte sich denken, dass eine ungleichmässige Erschlaffung verschiedener Muskelschichten wirksam sei. Wenn die Muskeln des Triebwerkzeuges eher aus der Contraction treten als z. B. die innern Längsfasern, so müssen die zusammengepressten letzteren, weil die pressende Kraft nachlässt, auseinander schnellen. Nachdem Roy gezeigt hat, dass verschiedene Schichten des Herzens zu verschiedener Zeit mit ihrer Contraction beginnen (die Papillaren später als die äussere Wand), gewinnt diese Annahme hierdurch eine Unterstützung. Ferner scheinen elastische Kräfte im Spiel zu sein. Unter dem Endocard liegen äusserst zahlreiche elastische Fasern, umziehen mit dem Endocard alle Muskelbündel der innern Längsschichten und gehen mit ihm in alle Vertiefungen hinein. Wenn bei der Kammersystole diese einzelnen Bündel aneinander gepresst und gezerrt werden, so müssen die zahlreichen elastischen Fasern natürlich nach vielen Richtungen hin gedrückt und gezogen werden; ihre elastischen Kräfte werden in Anspruch genommen und müssen sich geltend machen, sobald die pressenden Kräfte nachlassen, und das Herz im Anfang der Diastole öffnen. Ebenso können die elastischen Platten wirken, welche von den Semilunarklappen ausgehend sich in das Innere der Musculatur unterhalb der Aortenwurzel hinein erstrecken. Sie werden in der Systole ebenfalls gepresst werden und im Beginn der Erschlaffung ihrerseits einen Druck auf die weiche Musculatur ausüben. Endlich steht tief im Herzen die immer unter hohem Druck stark gefüllte Aortenwurzel. Sie strebt natürlich fortdauernd danach, sich eine gewisse Form zu erhalten, welche von ihrer eignen Elasticität und den Widerständen der Umgebung abhängig ist. Wenn durch die kräftige systolische Verkleinerung der Herzbasis diese Gleichgewichtslage der Aortenwurzel verändert worden ist, so wird sie im Beginn der Diastole ihr Bestreben, eine gewisse Form beizubehalten, geltend machen und muss die weiche Herzmusculatur, an der Scheidewand wenigstens, sofort auseinandertreiben.

Die Füllung der Kammern findet jedenfalls zum Theil in dieser ersten Periode des negativen Druckes statt; dass auch noch in dem

weiteren Verlauf der Diastole Blut in die Kammern einströmt, dass bei längeren Pausen vielfach entsprechend grössere Füllungen eintreten, sieht man stets bei geöffneter Brusthöhle. Die geringen Druckkräfte des einströmenden Blutes werden natürlich um so wirkungsvoller sein, je kleiner die Widerstände sind, welche die Herzwandungen der Füllung entgegensetzen. Diese Widerstände des lebenden Herzmuskels selbst sind, wie Hesse gezeigt hat, anfangs geringe und wachsen mit der Spannung der Wand. Ausserdem sind Vorrichtungen vorhanden, welche dem eindringenden Blute die Erweiterung und Entfaltung der Herzhöhlen besonders erleichtern. Dazu gehört einmal die durch die Spaltung der innern Längsschichten in beiden Kammern hervorgerufene beträchtliche Vergrösserung der Oberfläche — der Druck des eindringenden Blutes erhält eine wesentlich grössere Angriffsfläche als wenn die Innenschicht glatt wäre — und dann die durch dieselbe anatomische Einrichtung hervorgerufene Verdünnung der Wand. Dies gilt für beide Kammern. Am Menschen ist die Zerklüftung der Innenschichten in noch viel stärkerem Maasse vorhanden als am Hunde. Tafel III Fig. 7 u. 8 zeigen zwei menschliche Herzen von etwa gleicher Grösse in Systole und Diastole in gleicher Entfernung von der Spitze quer geschnitten. Man sieht dabei, dass die Spaltung der Wand am rechten Ventrikel noch viel weiter entwickelt ist als am linken. Beiderseits ist die Scheidewand fast glatt. Die ungeheuer dünne Aussenwand der rechten Kammer mit ihren vielen Ausbuchtungen muss dem Blutstrom ganz besonders geringe Widerstände wegen ihrer leichten Dehnbarkeit entgegensetzen. Das ist von grösster Wichtigkeit. Denn der Druck des in den grossen Hohlvenen strömenden Bluts ist unter Umständen, z. B. wenn Muskelbewegungen nicht die Blutbewegung befördern, äusserst gering. Wegen der dünnen Aussenwand liegt an der rechten Kammer sogar die Gefahr der Überfüllung vor; diese ist keine geringe, denn klinische und experimentelle Erfahrungen zeigen, dass mit Blutmengen, welche eine bestimmte Grösse überschreiten, die Kammern häufig nicht fertig werden d. h. sie nicht vollständig auswerfen können; besonders gilt dies für den rechten Ventrikel. Nun, gerade dieser hat aber Einrichtungen, die ihn vor Überfüllung schützen: die zahlreichen Muskelbalken, welche quer durch die Kammerhöhle durchgehen, werden, sobald sie sich bei wachsender Füllung spannen,

die fortschreitende Entfernung der Aussenwand von der Scheidewand wirksam verhindern. Für die linke Kammer, an der schon die dicken Wände allein bei wachsender Spannung grosse Widerstände bieten, dürfte eine solche besondere Einrichtung nicht nothwendig sein.

Da, wie Blutdruckcurven der Herzkammern und der Vorhöfe zeigen, die Atrioventricularklappen bei allen Füllungsgraden ohne Regurgitation schliessen, so müssen für diese Ventile besondere Vorrichtungen vorhanden sein, mittels der sie in jedem Falle am Ende der Diastole zum Schluss gebracht und während der ganzen Systole verschlossen gehalten werden können. Es ist bekannt, dass man die Schliessung der Klappen d. h. die Auseinanderlegung der Segelränder in das Ende der Diastole legen und wahrscheinlich in Abhängigkeit bringen muss von der Contraction der Vorhöfe. Damit die Ränder überhaupt aneinander gelegt werden können, ist abgesehen von einer gewissen Zartheit und Beweglichkeit der Segel nothwendig, dass sie sich während der Kammerdiastole ungefähr in der Mitte der Kammern halten. Durch die andauernd bluthaltigen Räume, welche oberhalb der Papillarmuskeln liegen, wird verhindert, dass die Klappensegel sich in der Kammersystole hart an die Wände anlegen und etwa mit diesen verkleben. Die Buchten, welche sich zwischen den Ansatzpunkten der Chordae auf der Unterseite der Klappen selbst befinden, und während der Diastole die Spaltung der Innenschichten dienen offenbar demselben Zwecke.

Wenn die Kammern sich allmählich mit Blut füllen, so wird die Stellung der Ventile im wesentlichen abhängig sein von der Lage ihrer Ansatzpunkte, da die Schwere der Segel eine so geringe ist, dass sie nicht in Betracht kommt. In der linken Kammer gehen die Papillarmuskeln ganz von der freien Wand aus, zwar vorwiegend von vorn und hinten, doch wurde schon erwähnt, dass diese Eintheilung in zwei Papillaren eine mehr oder minder willkürliche ist, dass auch von den übrigen Stellen der freien Wand Papillaren abgehen. Jedenfalls sind die Chordae angeheftet an *zahlreiche* Stellen der Aussenwand und zwar an solche, die einen Abstand von den tiefsten Stellen der zwischen den Trabekeln liegenden Partien haben. Fig. 3 zeigt, wie beträchtlich dieser Abstand ist. Dazu kommt, dass der Hapttheil der linken Herzhöhle nicht direct unter dem Ostium atrioventriculare, sondern unterhalb der Aortenausfluss-

öffnung liegt, und dass die erstere an Umfang kleiner ist als die darunter liegenden Querschnitte (Tafel I Fig. 2); ferner, dass, wie erwähnt, die Aorta im Winkel aus der linken Kammer abgeht (Tafel I Fig. 2). Alles dies muss zur Folge haben, dass das grosse Mitralsegel durch das Blut fortwährend einen Trieb nach oben und nach der Mitte der Atrioventricularöffnung erhält, und dass die untern Enden der Vorhofsklappen immer der Mittellinie der linken Kammer mehr genähert werden als die obern; das Blut fliesst aus dem Vorhof durch das Ostium hinter die Klappen und sucht sie entsprechend der Dauer der Diastole mehr und mehr der »Stellung«, welche sie im Anfang der Kammersystole einnehmen müssen, zu nähern. Sobald sich die Ventrikelmusculatur zusammenzieht, werden die Segel durch das Blut fest aneinander gedrückt; der Verschluss ist um so leichter zu erhalten, je weiter die Systole vorgeschritten ist, weil mit Zunahme derselben die Grösse der aufeinander gepressten Klappenflächen wächst und weil das zu schliessende Ostium sich mehr und mehr verengt (s. Hesse's Bilder u. hier Tafel VII Fig. 20). Diese Verengerung der Atrioventricularöffnung kommt einmal durch die Contraction der oberen horizontalen Fasern des Triebwerkzeuges zu Stande, weiter aber auch durch den vielfach horizontalen Abgang der äusseren Längsfasern, beziehentlich durch den anfänglichen horizontalen Verlauf vieler derselben. Bei Insufficienzen der Mitralis in Folge von anatomischen Klappenveränderungen wird die Kammer hauptsächlich im Anfange der Systole nicht abgeschlossen sein, weil die Klappen, sobald sie in Folge irgend welcher pathologisch-anatomischer Veränderungen ihre Weichheit und Zartheit eingebüsst haben, nicht schnell genug die zum Abschluss der Kammer nothwendigen Bewegungen ausführen, weil sie namentlich kleinen Kräften nicht schnell genug folgen. Im weiteren Verlauf der Systole wird bei guter Muskelcontraction das Ostium so verengt, die Klappen werden mit einem grossen Theil ihrer Fläche so aufeinander gepresst, dass Veränderungen der Segel nicht nur an den Rändern, sondern nach dem Atrioventricularring zu vorhanden sein müssen, um sie unsufficient zu lassen. Man sieht jetzt deutlich, wie gestörte Muskelcontractionen eine bestehende Klappenveränderung in der Bildung einer Insufficienz unterstützen müssen oder auch ohne anatomische Klappenläsionen, ganz für sich allein Insufficienz hervorrufen können. Denn bei hohen

intracardialen Drücken vermag die Mitralis nur, wenn das Ostium verengt ist, zu schliessen.

In der rechten Kammer, deren Form während der Systole in mehr Richtungen und stärker verändert wird als die der linken (man bedenke die Verkürzung dreier Durchmesser rechts gegen die zweier links), sind die Einrichtungen, welche den schnellen Schluss der Klappen begünstigen, ebenfalls äusserst sorgfältige. Tafel V Fig. 14 stellt die Tricuspidalis dar. Man sieht ihre bekannte röhrenförmige Gestalt, man sieht die zahlreichen Chordae, die von ihr nach allen Seiten hin abgehen. Die Papillarmuskeln sitzen theils an der Scheidewand, theils steigen sie aus dem Geflecht am Boden der Kammer auf. Wie auseinander gesetzt, müssen die letzteren wegen ihrer allseitigen Befestigungen stets annähernd in der Mitte der Kammer bleiben, denn die Scheidewand verändert ihre Form während der Diastole so gut wie nicht. Man sieht: es ist an der rechten Kammer dafür gesorgt, dass die Ansatzpunkte der Chordae und damit die untern Ränder der Segel stets nach der Mitte der Kammer zu gehalten werden. Das weitere ist genau so wie am linken Herzen.

Auch an den arteriellen Klappen sind Einrichtungen für ein schnelles Spiel der Klappen vorhanden; Aorta und Pulmonalis werden zweckmässig zusammen betrachtet, weil sie vieles Ähnliche bieten. Die Strömungsbahn nach den beiden Ostien ist, wie Tafel I Fig. 2, 3, 4, u. Tafel VI Fig. 15 zeigen, vorzüglich glatt, alle Wülste, die in der Nähe der Ausflussöffnungen vorhanden sind, liegen in der Richtung des Stromes und begünstigen dadurch die Entleerung des Blutes. Wie erwähnt, stellt das Aortenostium während der Systole einen Spalt dar, und auch schon unterhalb desselben ist (Tafel I Fig. 2) das Ausflussrohr in seinem oberen Theile verengt. Die spaltförmige Gestalt des Ostiums selbst ist hervorgerufen durch die Entstehung der bekannten Muskelwülste, welche den Boden der taschenförmigen Klappen bilden; der Spalt wird enger mit zunehmender Systole. Die Klappen selbst sind an die Ränder dieser Muskelwülste angesetzt. Die gestellten Segel stehen fast vollständig in der Richtuug des Blutstroms, also senkrecht zur Ebene des Ostiums, nicht wie man sich gewöhnlich vorstellt in derselben mit nur geringer Umbiegung ihrer Ränder. Dadurch, dass das Blut in den engen Muskelspalt gepresst wird und dann in den weiten Raum oberhalb der Klappen kommt (die

Raumunterschiede gehen sehr deutlich aus Tafel VII Fig. 19 hervor), müssen immer Wirbelbewegungen und Kreisströme entstehen, welche die Klappensegel fortwährend einander zu nähern streben und nur deswegen nicht nähern können, weil das unter hohem Druck stehende durchfliessende Blut sie auseinander drängt; hört der Blutstrom auf, so müssen die Klappen, wie durch Federkraft getrieben, sich aneinander legen, man sieht, der Schluss erfolgt offenbar ausserordentlich schnell und auch hier ohne alle Regurgitation. Das wird durch Druckmessungen in den Kammern bestätigt, man sieht keine Spur eines Zurückfliessens. Der Verschluss wird dann durch die Differenz zwischen Aorten- und Ventrikeldruck aufrecht erhalten, und diese genügt, nachdem die Klappen einmal geschlossen sind, offenbar auch wenn die Muskeln der Kammer erschlaffen und die musculären Unterstützungen der Kammer wegfallen. Dies alles ist wichtig für die Lehre von der Aorteninsufficienz; man kennt nicht wenige Fälle dieses Klappenfehlers, bei denen an den häutigen Ventilen selbst nichts Abnormes zu finden ist; sie fallen zusammen mit mangelhaften Muskelcontractionen und haben offenbar ihren Grund in ungenügender Bildung der für schnellen Verschluss des Ostiums nothwendigen Muskelwülste am Boden der Semilunarklappen. An der Lungenarterie sind, wie Tafel VI Fig. 17 zeigt, principiell genau dieselben Einrichtungen vorhanden, sie brauchen deshalb nicht besonders auseinandergesetzt zu werden.



Benutzte Literatur.

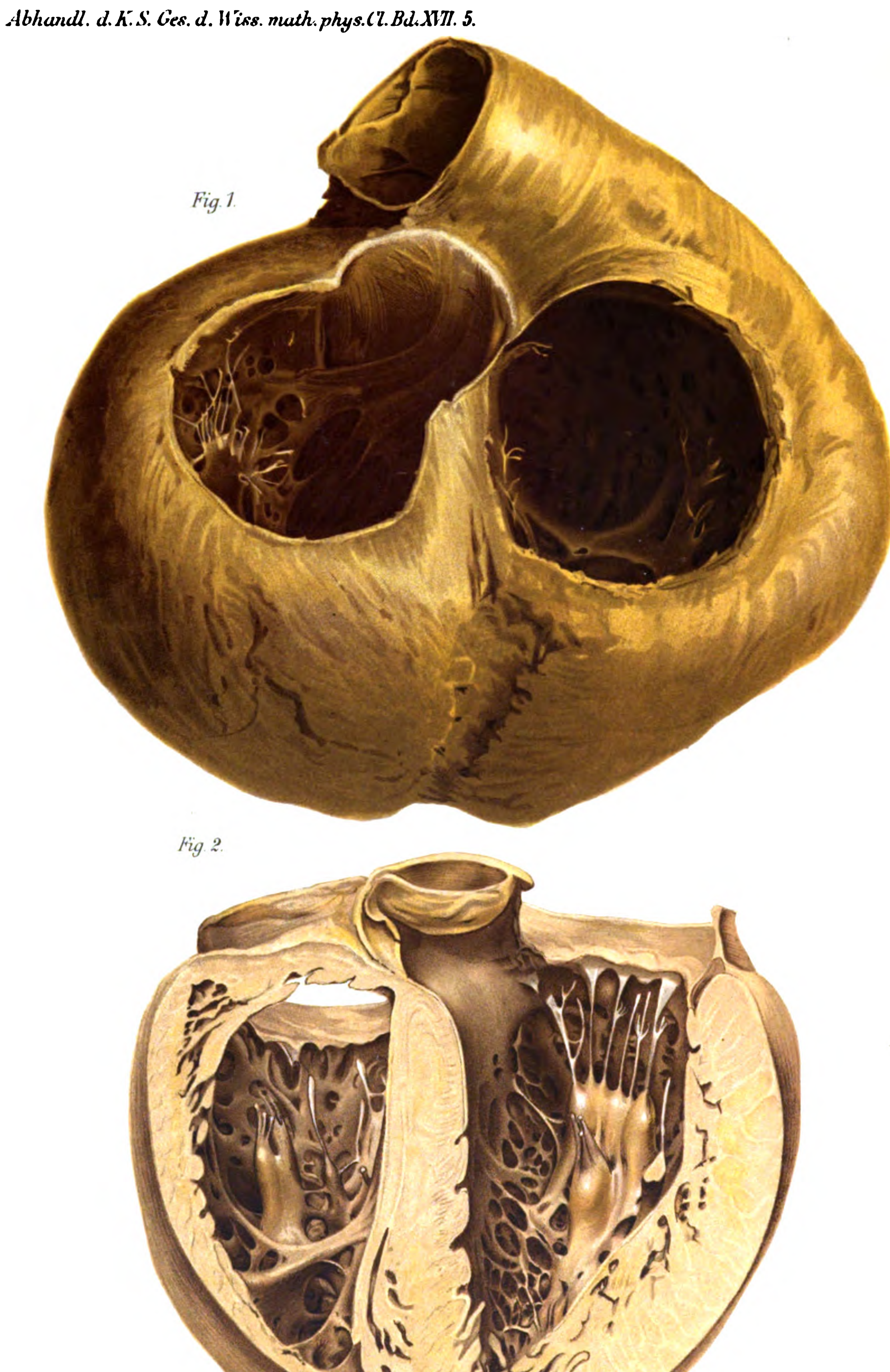
C. LUDWIG, Über den Bau und die Bewegungen der Herzventrikel. Ztschrft. f. ration. Med. Band 7.

HESSE, Beiträge zur Mechanik der Herzbewegung. Archiv für Anatomie von HIS und BRAUNE. 1880.

HENLE, Handbuch der systemat. Anatomie III.

ROY u. ADAMI, Heart-beat and Pulse-wave. Practitioner 1890.

J. GAULE, Zur Deutung des negativen Druckes in den Herzventrikeln. Centralblatt für Physiologie 1890. No. 21.



M. Brödel fec.

Tafel I.

Figur 1.

Menschliches Herz mit Salpetersäure behandelt; diastolischer Zustand. Vorhöfe und sämmtliche Klappen entfernt. Im linken Ventrikel ist die Faserung an der Scheidewand unmittelbar unter der Aortenwurzel blosgelegt, vergl. Fig. 3 u. 4. Vom Atrioventricularring links gehen die oberflächlichsten Fibrillen der Aussenschicht schräg nach hinten und unten ab. An der rechten Kammer ist die Faserung präparirt, welche an der Wurzel der Aorta entspringt und die äusserste Schicht des Conus arteriosus bildet; sie schlägt sich um denselben herum und geht in die Vorderwand des linken Ventrikels, vergl. Tafel VII Fig. 19. In der Tiefe der rechten Kammer ist der grosse Papillarmuskel und sein Ursprung von dem Querwulst deutlich, der zwischen Recessus und Conus arteriosus von der Scheidewand zur Aussenwand zieht, vergl. Tafel V Fig. 11, 12, 13.

Figur 2.

Menschliches Herz in halber Diastole mit doppelt chromsaurem Kali gehärtet; die vordere Wand beider Kammern ist weggenommen; die sehnigen Fortsetzungen der Papillarmuskeln und die Zipfelklappen sind abgeschnitten. Zum Vorschein kommt im linken Ventrikel die Schaar der gerade zum Rand der Atrioventricularmündung aufsteigenden Fasern, welche sich zum Theil direct, zum Theil durch Sehnen an dieselbe anheften, und zu denen auch die Papillaren zu rechnen sind. Diese entspringen näher der Herzspitze, die übrigen gerade aufsteigenden Bündel entfernter von ihr aus der Herzwand.

Abweichend von links entspringt in der rechten Kammer der grösste der frei, nicht an der Scheidewand stehenden Papillarmuskeln aus den Bögen, welche von der Scheidewand nach der Aussenwand hinüberziehen, vergl. Tafel V Fig. 12, 13. In beiden Kammern sieht man die tiefen Buchten zwischen den gespaltenen inneren Längsschichten.

Tafel I.

Figur 3.

Menschliches Herz schwach mit Salpetersäure behandelt. Ansicht der Innenfläche des linken Ventrikels. Der eröffnende Schnitt ist durch die Mitte der Aussenwand gelegt. Vorhöfe und Arterien entfernt, Atrioventricularklappen und Endocard erhalten. Im Gegensatz zu allen übrigen Stücken der innern Wandfläche ist das an der Scheidewand in der Nähe des Aortenrings gelegene glatte. Die Faserbündel, welche in ihm verlaufen und durch das Endocard duchscheinen, sind in

Figur 4

frei präparirt; es kommen auf das Deutlichste in diesem Präparat, in welchem die innersten Muskelschichten überall ausser an der Scheidewand weggenommen sind, auf dieser zwei Züge zum Vorschein, die sich kreuzen und an den vorderen und hinteren Aortenpunkt ansetzen. Der schwächere oberflächlichere kommt von der Vorderwand und heftet sich an den hinteren tiefer gelegenen Aortenrand an. Das darunter gelegene bedeutend stärkere Bündel geht gegen den vorderen Aortenpunkt hin, welcher über den Atrioventricularring hinausragt. Bei der Systole müssen diese Züge die Aortenwurzel verengern und das grosse Mitralsegel an die Scheidewand heranziehen. Vergl. Tafel II Fig. 5 u. 6.

Fig. 3.



Fig. 4.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Tafel II.

Figur 5 und 6.

Hundeherzen mit Salpetersäure behandelt. Der rechte Ventrikel in Diastole, der linke in halber Systole. Vorhöfe, Arterien, Klappen entfernt. Ein Theil der Aussenwand der linken Kammer weggenommen.

An beiden Präparaten sind die Fasern deutlich, welche von der Aussenseite des hinteren Aortenpunktes auf die Hinterfläche der rechten Kammer übergehen, und die, welche am vorderen Theile des Aortenringes entspringen und die Wölbung des Conus arteriosus bilden.

Die in Fig. 4 erwähnten sich kreuzenden Bündel an der Innenfläche der Scheidewand des linken Ventrikels sind dargestellt und betheiligen sich an der Bildung der Muskelwülste, welche die Semilunarklappen stützen.

Fig. 5.

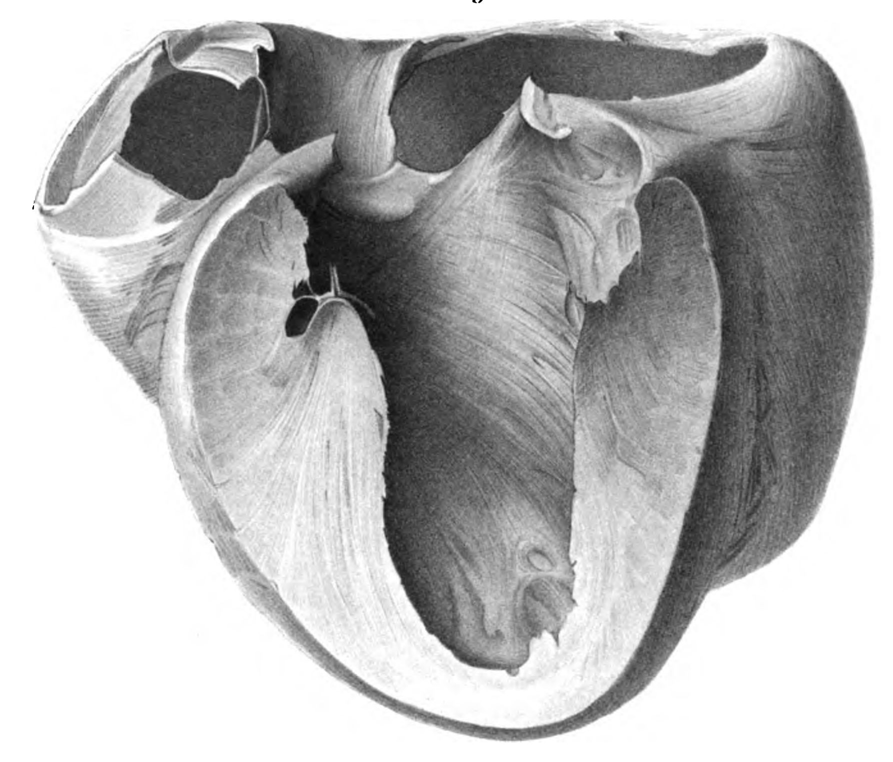
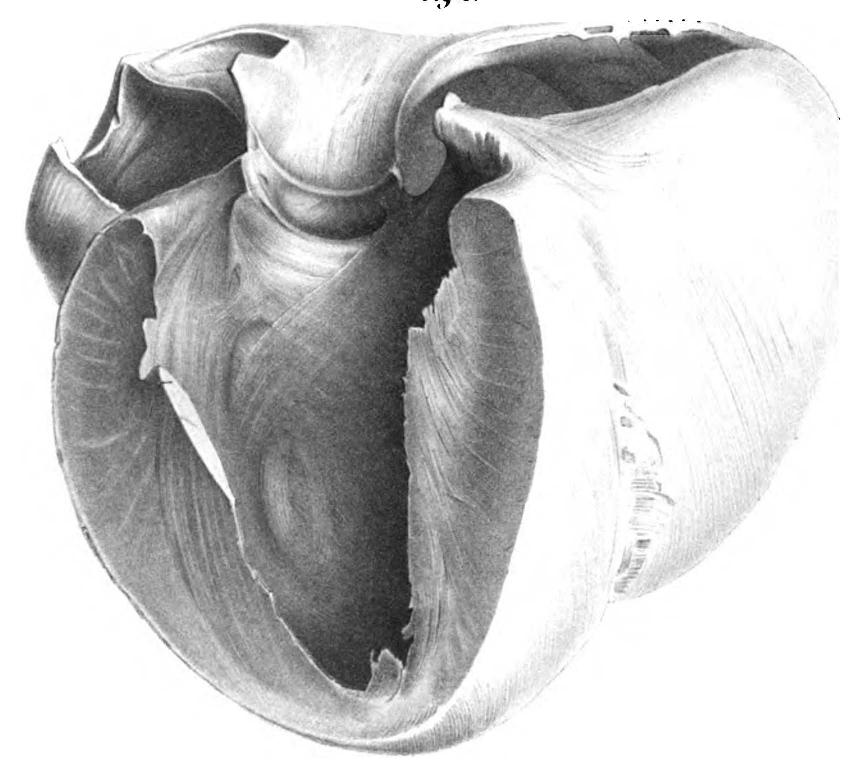


Fig. 6.



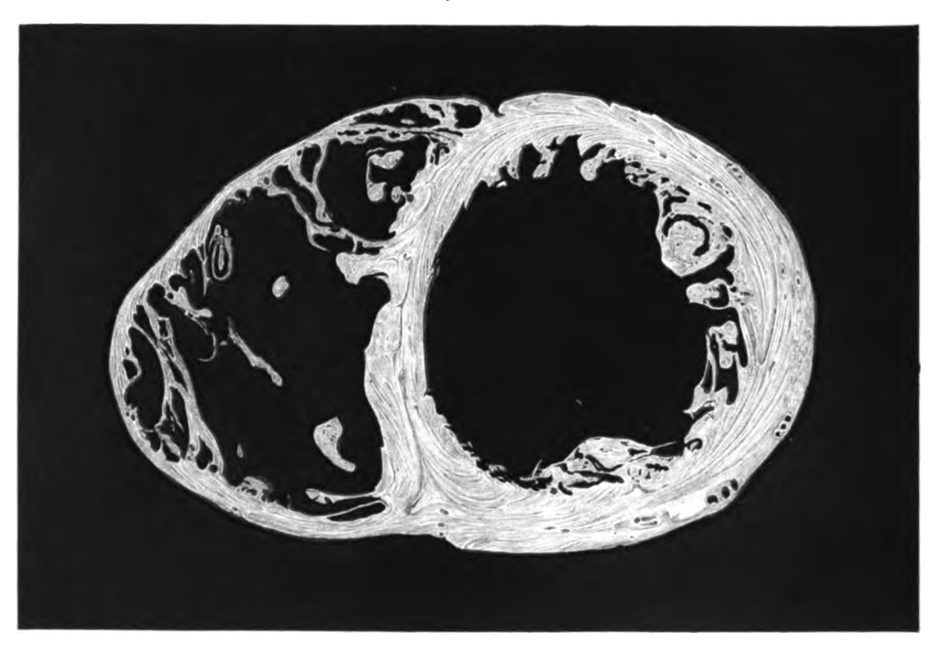
M. Brödel fec.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Fig. 7a



Fig. 7b



M. Brödel fec.

Tafel III.

Figur 7.

Von zwei etwa gleich grossen menschlichen Herzen wurde das eine in Systole, das andere in Diastole fixirt. Dünne Querschnitte durch beide an der Grenze von unterem und mittlerem Drittel. Flächenbild des systolischen Herzens 7^a, des diastolischen 7^b.

An dem vollkommen entfalteten diastolischen linken Ventrikel 7^b heben sich von der freien Wand zahlreiche Vorsprünge ab, welche aus steil aufsteigenden Fasern gebaut sind; in den Lücken zwischen je zwei solcher Vorsprünge zeigen sich auf dem Durchschnitt Andeutungen von Fasern, die in mehr horizontaler Richtung hinziehen und zum Theil in die innersten Bündel einbiegen. An der Scheidewand fehlen die Vorsprünge.

An dem vollkommen contrahirten Herzen 7^a sind die einzelnen inneren Längsbündel dicht aneinander gelagert, die Lücken zwischen je zwei benachbarten vorspringenden Faserungen verschwunden. Die Vorsprünge selbst haben an Querschnitt zugenommen, die am diastolischen Ventrikel glatte Scheidewand ist gefaltet, ihr Durchmesser in der Richtung von rechts nach links beträchtlich verstärkt. Die auf dem Durchschnitt sichtbaren mittleren annähernd circularen Fasern biegen am systolischen Herzen stärker als am diastolischen gegen die Vorsprünge um, als ob der innere Abschnitt der Fasern zusammengeschoben wäre.

Am entfalteten rechten Ventrikel zeigt sich die Aussenwand sehr verdünnt. Auf der inneren Fläche der freien Wand treten Vorsprünge auf, welche sich von derselben zeitweilig loslösen und dann wieder in sie übergehen oder aber quer durch die Höhle von der Aussenwand zur Scheidewand übertreten. In dem systolischen rechten Ventrikel sind die Vorsprünge verdickt und einander bis zur Berührung genähert.

Tafel III.

Figur 8.

Dünne Flachschnitte durch dieselben Herzen wie in Figur 7, an der Grenze von mittlerem und oberem Drittel.

Auch in dem systolischen linken Ventrikel wird die Scheidewand nach der Aortenmündung zu (8^a) glatt. Die Gruppen der Papillarmuskeln sondern sich in beiden Kammern am systolischen wie diastolischen Herzen nach der Basis zu schärfer von den inneren Längsbündeln ab als im unteren Drittel. Die grosse Papillare des rechten Ventrikels zeigt in 8^b ihre zahlreichen Befestigungen.

Fig. 8ª

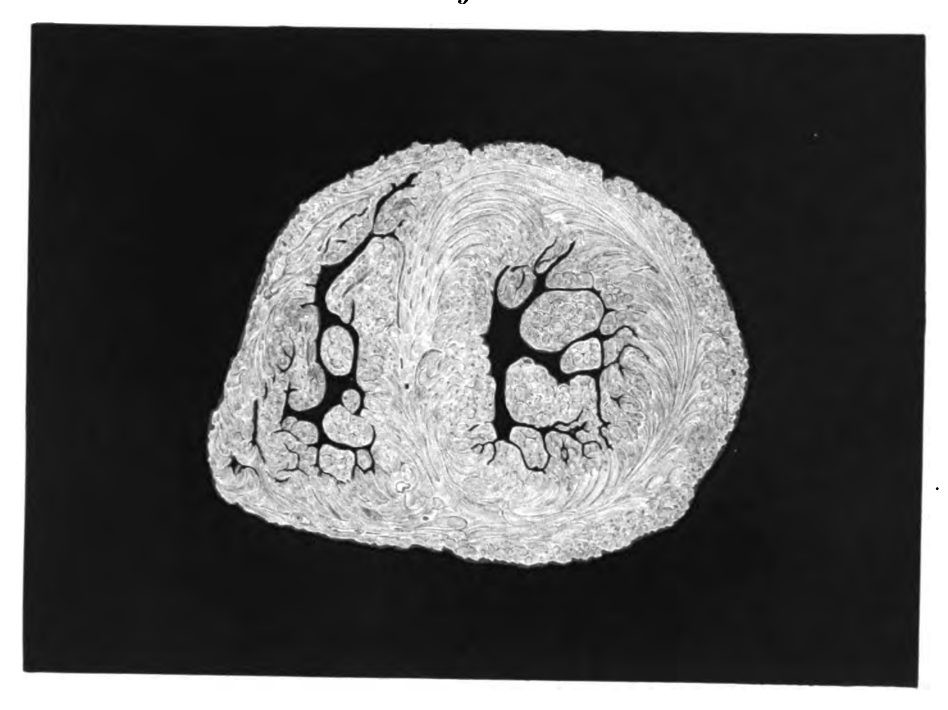
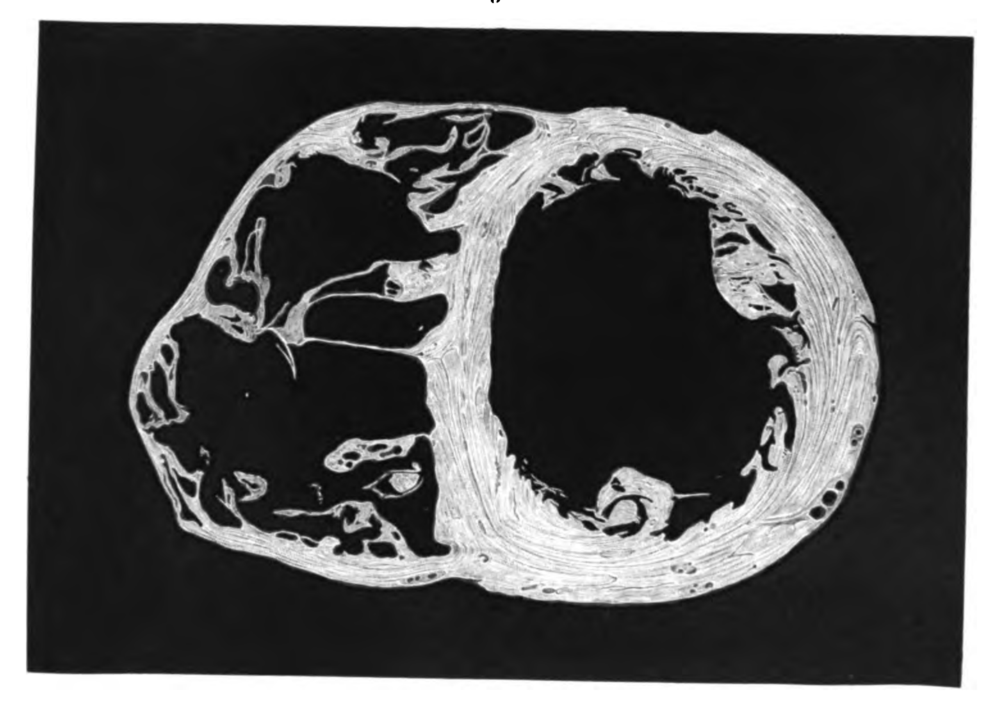


Fig. 8ᵇ



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Tafel IV.

Figur 9.

Die in sich zurückkehrende sehnenlose Faserung des linken Ventrikels am menschlichen Herzen nach Entfernung der äusseren und inneren Muskelzüge. Klappenring und Spitze sind natürlich mit weggenommen. An der Herzspitze fehlt diese sehnenlose Schicht; durch die dort bestehende Öffnung verbinden sich im sogenannten Herzwirbel die äusseren und inneren Muskelzüge. In der hier gezeichneten Seitenansicht der sehnenlosen Faserung bleibt die untere Öffnung verdeckt, also unsichtbar. Auf die obere Öffnung lagert sich am vollständigen Herzen der Atrioventricularring mit den sehnigen Ansätzen der äusseren und inneren Längsschichten auf.

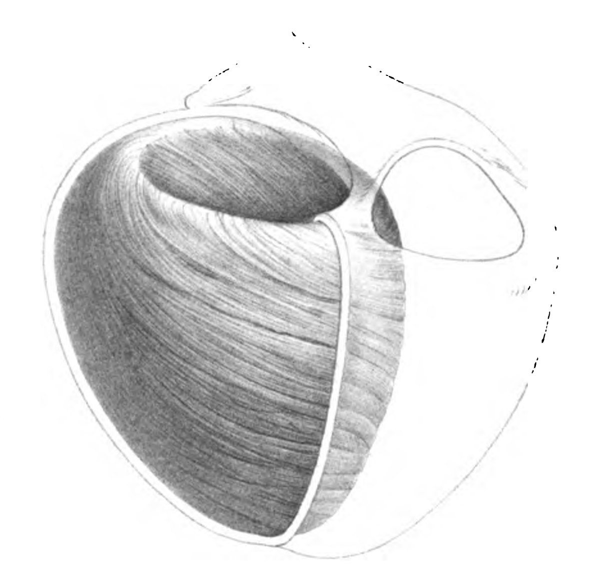
Figur 10.

Dasselbe. Die Form des ganzen Herzens ist schematisch angegeben, um die Lage der sehnenlosen Faserung im Verhältniss zu der mit Sehnen behafteten zu zeigen.

Fig. 9.



Fig. 10.



M. Brödel fec. Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Fig. 11.



Fig. 12.



M. Brödel fec.

Tafel V.

Figur 11.

Perspectivische Ansicht eines ringförmigen Querschnitts des diastolischen Menschenherzens im mittleren Drittel; das obere und untere Drittel sind weggenommen. Die Figur gibt eine deutliche Ansicht der zahlreichen Muskelbündel und Faserzüge, welche im rechten Ventrikel Scheidewand und Aussenwand in allen möglichen Richtungen verbinden. Sie sind an Masse viel bedeutender als die Muskeln, die stetig fortlaufend den Umfang der Kammer bilden; dünne Endocard- und Sehnenfäden durchziehen in allen Richtungen die Höhle und setzen die Muskelbündel in Beziehung zu einander. Die vielfache Befestigung der frei stehenden Papillaren ist auf das schönste zu sehen.

Figur 12.

Menschliches Herz in doppeltchromsaurem Kali gehärtet. Mit dieser Figur sind zu vergleichen die Abbildungen 13, 14, 18, welche die Klappen und ihre zugehörigen Papillaren zur Anschauung bringen.

Nach Entfernung des Conus arteriosus stellt sich zunächst die vor dem Eingang desselben stehende Klappe dar. Ihre linke Hälfte wird von den Sehnen versorgt, welche aus dem vordersten horizontal stehenden Papillarmuskel der Scheidewand hervorgehen, die rechte Hälfte von der grossen Papillare, welche in der Mitte der Höhle steht (vergl. Fig. 2 u. Fig. 11). Der Papillarmuskel der Scheidewand braucht nur so kurz zu sein, weil sein Ursprungsort feststeht, im Gegensatz zu den äusserst stark beweglichen freien Papillaren. Unter der vor dem Conus stehenden Klappe hindurch erscheint der zweite der freien Papillarmuskeln, die aus den Bündeln hervorgehen, welche quer durch die Ventrikelhöhle ziehen.

Tafel V.

Figur 13.

Menschliches Herz. Aussicht durch die klappenfreie Öffnung des Ostium venosum dextrum auf den vorderen frei stehenden Papillarmuskel; sein Ursprung und das Hineinragen in die Mitte der Höhle, sowie mehrfache Fäden, welche von ihm zur freien Wand gehen, werden hier deutlicher als durch die Seitenansicht.

Figur 14.

Ansicht einer menschlichen Tricuspidalklappe von unten und vorn. Das Verhältniss von Papillaren und Segeln ist principiell doch dasselbe wie am linken Ventrikel. Jeder Warzenmuskel gibt Chorden zu zwei grösseren Segeln und hat zwischen diesen einen kleinen intermediären Lappen für sich allein. Das ist hier am deutlichsten für die kurz unter ihrer Spitze abgeschnittene vordere äussere Papillare. Man sieht, wie sie die vordere Hälfte des äusseren Segels und die rechte des vorderen Lappens versorgt und, dass über ihr ein kleiner intermediärer Lappen steht. Der erste Scheidewandmuskel gibt auf der Figur seine Sehnen zur linken Hälfte des Conussegels und zu einem kleinen (hier gefalteten) intermediären Lappen.

Fig. 13.



Fig. 14.

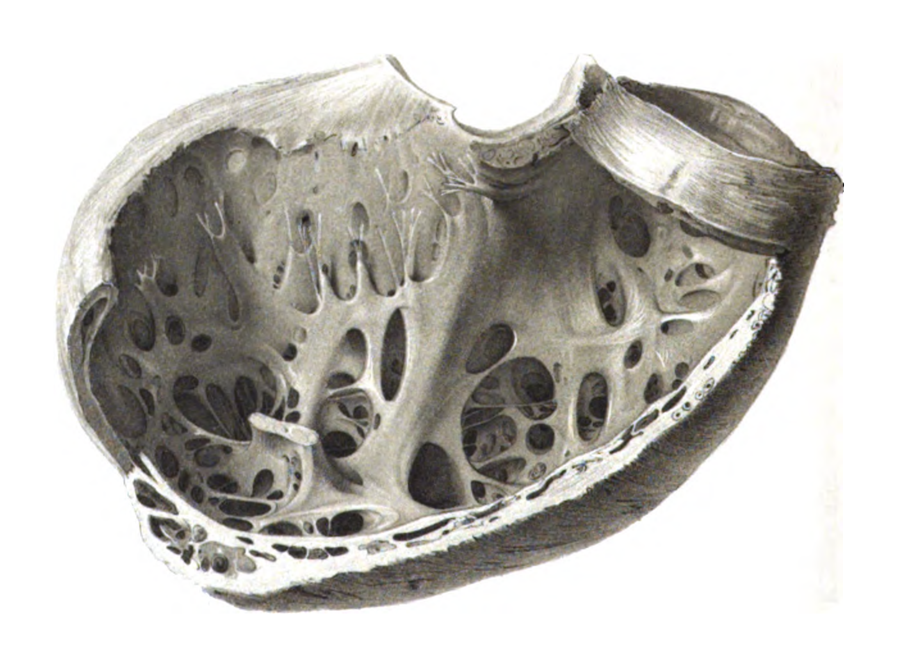


Lith. Anst. v. E. A. Funke. Leipzig.

Fig. 15



Fig. 16.



M. Brödel fec.

Tafel VI.

Figur 15

veranschaulicht die Faserung an der Innenfläche der freien Wand eines rechten Ventrikels vom Menschen. Die Muskelbündel, welche in der Diastole scheinbar regellos liegen, sind hier am systolischen Organ nach zwei Richtungen geordnet: in der Tasche von der Spitze nach der Basis zu, im Conus senkrecht zur genannten Richtung, also in der Längsachse desselben. An dem Pulmonalostium bilden die Enden der zusammengezogenen Längswülste die musculösen Unterstützungen der Klappen. In der Tasche sind die grösseren Hauptzüge durch Querleisten mit einander verbunden.

Figur 16.

Ansicht der Scheidewand in der rechten Kammer eines schwach mit Salpetersäure behandelten menschlichen Herzens. Im Recessus sind die zahlreichen kurzen Papillaren der medialen Wand sichtbar; an der Grenze zwischen Tasche und Conus der vorderste kurze horizontal stehende Muskel, welcher seine Sehnenfäden zu der linken Hälfte des vorderen Segels gibt. Die grosse äussere Papillare ist dicht über ihrem Ursprung abgeschnitten.

Tafel VI.

Figur 17.

Menschliches Herz mit Salpetersäure schwach behandelt. Vorhöfe weggenommen. Ansicht von oben. Rechter Ventrikel in Systole, linker in halber Diastole.

Die Mündung der Lungenarterie ist unterhalb des Ansatzes der Semilunarklappen verengt, oberhalb derselben erweitert. Die Taschen empfangen von den zusammengezogenen Längsmuskeln des Conus eine Unterstützung an ihrem Boden. An der Aortenwurzel stellen sich die Unterstützungen dar, welche die beiden vorderen Klappen von den Muskeln erhalten.

Figur 18

zeigt am Menschenherzen den schon beschriebenen Ursprung des grossen äusseren Papillarmuskels im rechten Ventrikel sowie die an Fig. 14 erläuterte Anordnung der Tricuspidalis auf das deutlichste. Die dort auseinandergesetzten Beziehungen zwischen Papillaren und Segeln sind hier sowohl für den ersten Warzenmuskel der Scheidewand als auch für die vordere und hintere freistehende Papillare anschaulich gemacht. In der linken Kammer ist zum Vergleich der hintere intermediäre Lappen gezeichnet.

Fig. 17.

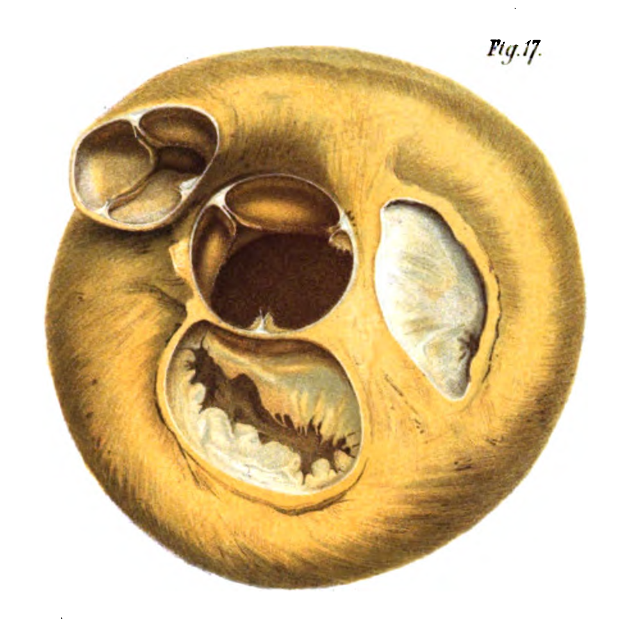
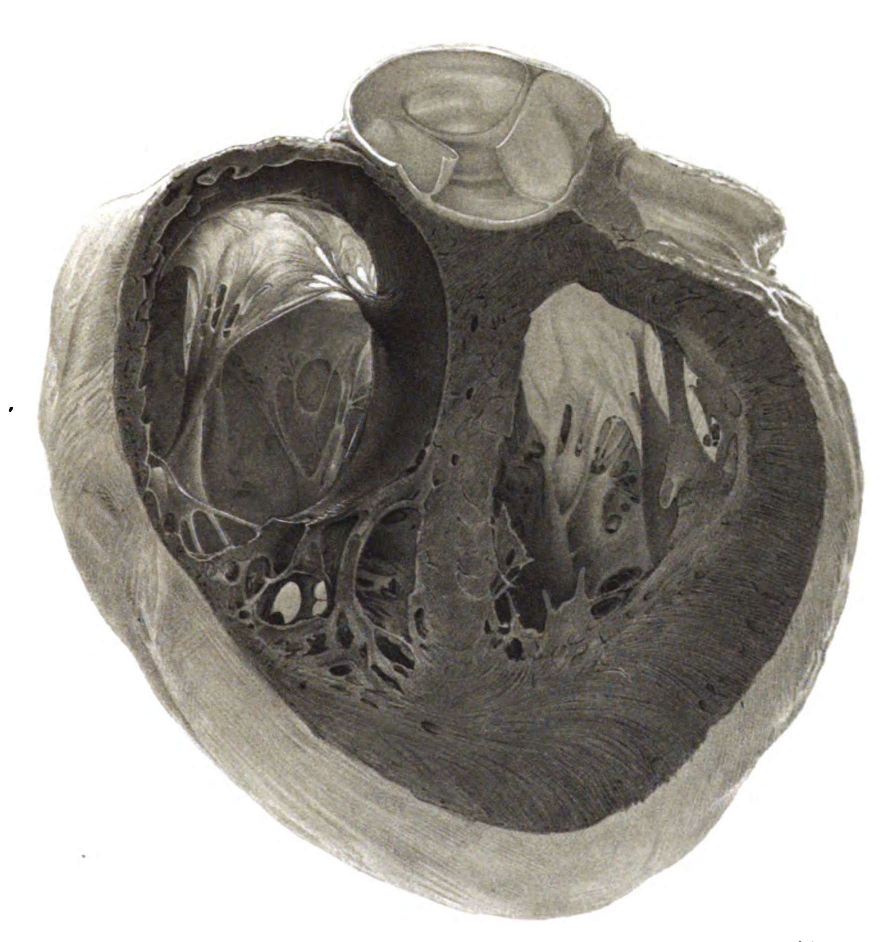


Fig. 18.



Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

Tafel VII.

Figur 19.

Diastolisches Hundeherz mit Salpetersäure behandelt. Vorhöfe und Aortenwurzel sind weggenommen, um den Ursprung der Faserung sichtbar zu machen, welche den Conus umgreift und gegen den linken Ventrikel zieht. Sie geht von einem Sehnenstreifen aus, der die Lungenarterie mit dem hinteren Ende der Aorta verbindet. Nach vorn zu entspringt von dieser Sehne ein beträchtlicher Theil der Vorderwandmuskeln des linken Ventrikels. Am Menschenherzen ist der Sehnenstreif nicht deutlich ausgesprochen. Vergl. Fig. 1.

Durch das offene Ostium atrioventriculare dextrum sieht man die drei grossen Papillarmuskeln des rechten Herzens, welche beim Hund im Gegensatz zu den Verhältnissen des menschlichen Organs sämmtlich von der Scheidewand entspringen.

Figur 20.

Hundeherz in vollkommener Systole. Die venösen Ostien sind allein durch die Musculatur fast vollkommen verschlossen; die Mündungen der Arterien sind stark verengt. Die rechte Kammer ist durch Wegnahme eines Theils der Aussenwand eröffnet. Die systolische Verkleinerung der Ventrikelhöhle sowie die Stellung der venösen Klappe und die Bildung der Muskelwülste an der Lungenarterie sind deutlich.



Fig. 19.

Fig. 20.

M. Brödel fec.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

DIE

VERGRÖSSERUNG DES ERDSCHATTENS

BEI MONDFINSTERNISSEN

VON

J. HARTMANN.

Des XVII. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe
der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N⁰ VI.

MIT EINER LITHOGR. TAFEL UND DREI TEXTFIGUREN

LEIPZIG

BEI S. HIRZEL.

1891.

Das Manuscript eingeliefert am 8. Juli 1891.
Der Druck beendet am 12. October 1891.

DIE

VERGRÖSSERUNG DES ERDSCHATTENS

BEI MONDFINSTERNISSEN

VON

J. HARTMANN.

MIT EINER LITHOGR. TAFEL UND DREI TEXTFIGUREN.

1.

Es ist bekannt, dass der Querschnitt des Kernschattens der Erde bei den Mondfinsternissen grösser beobachtet wird, als er nach der Rechnung sein sollte. Man pflegt diese Vergrösserung, in Theilen des Halbmessers jenes sehr nahe kreisförmigen Querschnittes ausgedrückt, als Vergrösserungscoefficienten oder -factor zu bezeichnen. Die Kenntniss dieser Zahl ist zunächst nöthig zur genauen Vorausberechnung der Finsternisse. Denn in Folge dieser Vergrösserung beginnt jede totale Mondfinsterniss ungefähr $1^m\ 40^s$ früher und endigt um ebensoviel später; bei partiellen Finsternissen ist der Einfluss noch grösser, ja es kann hierdurch sogar eine partielle Mondfinsterniss entstehen in Fällen, wo der geometrische Kernschatten der festen Erde den Mond überhaupt gar nicht trifft. Ist der Coefficient aus den Beobachtungen erst mit hinreichender Schärfe bestimmt, so entsteht sodann die weitere Aufgabe, die Ursache dieser Erscheinung aufzusuchen.

Es sind schon von mehreren Astronomen Versuche gemacht worden, den Betrag der genannten Vergrösserung genauer zu bestimmen. Die neueste und gleichzeitig die erste umfangreichere Untersuchung dieses Gegenstandes ist die Göttinger Inaugural-Dissertation von Adolf Brosinsky, welche im Jahre 1889 erschien, als schon ein grosser Theil der vorliegenden Arbeit vollendet war. Brosinsky giebt eine vollständige Zusammenstellung der bisher auf diesem Gebiete ausgeführten Untersuchungen, weshalb ich deren Aufzählung hier übergehen kann; doch stelle ich zur schnellen Orientirung alle bisher gefundenen Resultate in der folgenden Tabelle zusammen.

Die bisher gefundenen Werthe des reciproken Vergrösserungscoefficienten.

Finsterniss.	P. de Lahire.	J. Cassini.	Le Monnier.	Tob. Mayer.	Legentil.	J. J. Lalande.	Lambert.	Mädler.	Schmidt.	Oppolzer.	Brosinsky.
unbekannt	41	123	82	60	..	..	40	..	..	40	..
total	..	..	..	..	61	..	..	..	..	..	..
partiell	..	..	..	..	24.6	..	..	..	..	..	..
1776 Juli 30	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	52.7
1783 März 18	..	..	..	..	..	70	..	..	..	..	57.1
1783 Septbr. 10	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	48.7
1787 Januar 3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	58.0
1790 April 28	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	43.6
1790 October 22	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	52.6
1794 Februar 14	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	51.2
1797 December 3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	51.7
1833 December 26	..	..	..	..	..	..	..	65.4	..	..	54.2
1835 Juni 10	..	..	..	..	..	..	..	28.4	..	..	..
1837 October 13	..	..	..	..	..	..	..	54.0	..	..	51.0
1841 Februar 5	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	65.0
1842 Januar 26	..	..	..	..	..	..	..	..	50	..	..
1844 Mai 31	..	..	..	..	..	..	..	..	56	..	51.9
1844 November 24	..	..	..	..	..	..	..	48.6	52	..	57.4
1848 März 19	..	..	..	..	..	..	..	..	45	..	41.5
1849 März 8	..	..	..	..	..	..	..	..	44	..	..
1863 Juni 1	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	70.2
1866 März 30	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	72.1
1870 Juli 12	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	57.3
1877 Februar 27	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	49.9
1877 August 23	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	54.5
1888 Januar 28	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	52.0

Die Bestimmungen vor Mädler beruhen auf so unsicheren Grundlagen, dass sie nur noch einen historischen Werth haben. Oppolzer's Zahl ist nicht aus neuen Beobachtungen abgeleitet, sondern stützt sich wahrscheinlich auf Lambert's Angabe. Lassen wir ausser diesen auch noch den von Mädler im Jahre 1835 durch mikrometrische Messungen bestimmten Werth des Vergrösserungscoefficienten $\frac{1}{28.4}$ ausser Acht, so liegen, wie wir aus der Tabelle erkennen, die übrigen Angaben immer noch zwischen den weiten Grenzen $\frac{1}{41.5}$ und $\frac{1}{72.1}$; daher kommt auch Brosinsky zu dem Schlusse, dass ein für alle Finsternisse allgemein gültiger Vergrösserungscoefficient sich nicht aufstellen liesse.

Trotz dieses negativen Resultates hielt ich es für gut, meine Untersuchung zu Ende zu führen, zumal da nur sieben der von mir berechneten Finsternisse in BROSINSKY's Arbeit benutzt waren. Wir werden nun sehen, dass sich die in obiger Tabelle auftretenden grossen Unterschiede sehr wohl auf anderem Wege erklären lassen und zwar aus Ursachen, die im Beobachter oder Instrument liegen, und dass sich, hiervon abgesehen, ein für alle Mondfinsternisse gültiger Vergrösserungscoefficient mit ziemlicher Schärfe bestimmen lässt. Gleichzeitig werden wir einige eigenthümliche Erscheinungen kennen lernen, welche bei diesen Beobachtungen eintreten, und über den bei letzteren zu erreichenden Grad der Genauigkeit ein Urtheil zu gewinnen suchen.

Zu diesem Zwecke ist es nöthig, bei der Berechnung einen anderen Weg einzuschlagen, als die oben genannten Astronomen. Das von MÄDLER angegebene und auch von SCHMIDT und BROSINSKY angewandte Verfahren besteht im Wesentlichen darin, dass man die beobachtete Dauer der Verfinsterung eines jeden Mondfleckes mit der berechneten vergleicht, oder, was dasselbe ist, die beobachtete Länge der vom Fleck innerhalb des Schattens durchlaufenen Sehne mit ihrer berechneten Länge. Dieses Verfahren hat allerdings den Vorzug, dass Fehler in der Mondlänge, in der geographischen Länge der Beobachtungsorte und in der Zeitbestimmung fast keinen Einfluss auf das Resultat haben. Man sieht aber, dass es bei dieser Rechnungsart unmöglich ist, die einzelnen Beobachtungen in durchsichtiger Weise zu discutiren, da die Rechnung immer nur eine Art Mittelwerth aus zwei Beobachtungen ergiebt. Ferner werden bei diesem Verfahren die gegebenen Beobachtungen nur zur Hälfte ausgenutzt, da ja jede Beobachtung einzeln schon einen Werth des Vergrösserungsfactors ergeben muss; endlich versagt es in den sehr zahlreichen Fällen, wo von einem Mondfleck nur der Eintritt oder nur der Austritt beobachtet ist, sodass also hierdurch ein grosser Theil des Beobachtungsmaterials ohne Grund verloren geht.

Alles dieses bestimmte mich dazu, den im Folgenden zu beschreibenden anderen Weg einzuschlagen, bei welchem aus jeder einzelnen Beobachtung die ihr entsprechende Vergrösserung des Schattenhalbmessers abgeleitet wird. Gleichzeitig erschien es nöthig, auch denjenigen Theil der Formeln, welcher aus dem früheren Ver-



fahren beibehalten wurde, auf seine Genauigkeit zu prüfen, da bei diesen Formeln zur Vereinfachung der Rechnung Vielerlei vernachlässigt wurde. Es ist ja klar, dass die Ein- und Austrittsbeobachtungen an dem verwaschenen Schattenrande eine gewisse Unsicherheit besitzen müssen, und deshalb ist es auch vollkommen erlaubt, bei der Reduction der Beobachtungen Näherungsformeln anzuwenden, wenn deren Fehler nur genügend klein sind. Nun dürfen wir aber hoffen, dass mikrometrische Messungen des Schattens, sowie die sorgfältige Ausmessung der schon jetzt zahlreich vorhandenen photographischen Finsternissaufnahmen aus weiter unten angegebenen Gründen einen erheblich kleineren zufälligen Beobachtungsfehler ergeben werden, als die oben genannten Beobachtungen. Um bei der grösseren Genauigkeit dieser Beobachtungen dann auch stets die Schärfe der Rechnung entsprechend vergrössern zu können, wird es nöthig sein, dass wir an jeder Stelle der Rechnung über den Betrag der begangenen Vernachlässigungen Rechenschaft geben können.

Im Folgenden werde ich also zunächst eine abgekürzte und zugleich hinreichend strenge Ableitung der nöthigen Formeln geben, an welche sich sodann die Berechnung aller brauchbaren Ein- und Austrittsbeobachtungen unseres Jahrhunderts schliesst. Die Berechnung der mikrometrischen Messungen sowie der photographischen Aufnahmen wird gleichzeitig mit den dazu nöthigen Reductionsformeln bei einer anderen Gelegenheit folgen.

Schliesslich will ich noch hervorheben, dass diese Untersuchung die weitere Ausführung einer in dem astronomischen Seminar des Herrn Prof. Bruns begonnenen Arbeit ist. Für die hierbei mir zu Theil gewordene Förderung meiner Arbeit spreche ich an dieser Stelle meinen wärmsten Dank aus.

I. Allgemeine Theorie.

2.

Da der Kernschatten der Erde, um den es sich im Folgenden stets nur handelt, nicht scharf begrenzt ist, sondern allmählich in den Halbschatten übergeht, so sind die Beobachtungen seines Durchmessers immer um viele Bogensecunden unsicher. Nur bei den besten Reihen der geübtesten Beobachter sinkt, wie wir unten sehen werden, der



wahrscheinliche Fehler einer Beobachtung bis auf etwa 4″ herab, im Durchschnitt ist er jedoch weit grösser. Von den photographischen und mikrometrischen Messungen darf man vielleicht erwarten, dass sie die doppelte Genauigkeit jener besten Reihen besitzen werden. Es wird daher bei der Rechnung stets erlaubt sein, Bruchtheile der Secunde zu vernachlässigen. Auch für die Ableitung der Formeln ergiebt sich hieraus eine einfache Regel. Wir werden auf die Ermittelung vollkommen strenger Formeln verzichten können, wenn wir dabei keinen Fehler begehen, welcher eine Bogensecunde erreicht. Der scheinbare Querschnitt des Schattenkegels ist bekanntlich sehr nahe kreisförmig, doch weicht er aus verschiedenen Ursachen, wie Abplattung der Erde und Parallaxe, um kleine Beträge von einem Kreise ab. Alle diese Abweichungen sind nun einzeln genommen kleiner als 20″, mithin ihre Quadrate und Producte kleiner als 0″002, also vollständig verschwindend. Daher ist es erlaubt, nur die ersten Potenzen dieser Grössen zu berücksichtigen und sie getrennt zu behandeln.

3.

Zur Zeit einer Mondfinsterniss ist die Breite der Sonne stets kleiner als 1″[1]), kann also nach dem Gesagten hier vernachlässigt werden. Der Anfang eines rechtwinkligen Coordinatensystemes liege im Erdmittelpunkte, die $+z$-Axe sei nach dem Nordpole der Ekliptik gerichtet, die $-x$-Axe nach dem Mittelpunkte der Sonne; der Uebergang von der $+x$- zur $+y$-Axe soll von der $+z$-Axe aus gesehen immer durch eine rechtläufige Drehung um 90° erfolgen. Nach § 2 betrachten wir die Erde zunächst als Kugel mit dem Radius a; der Radius der Sonne sei A und ihre Entfernung von der Erde R. Die Oberfläche des Kernschattens ist dann der äussere Berührungskegel dieser beiden Kugeln, dessen Gleichung ist

$$y^2 + z^2 = \frac{(K - x)^2 a^2}{K^2 - a^2},$$

wobei

$$K = \frac{aR}{A - a}$$

1) Diese Bemerkung soll nur die folgende Ableitung etwas vereinfachen. Bei der Rechnung kann man die Sonnenbreite leicht dadurch berücksichtigen, dass man die Mondbreite um den Werth der Sonnenbreite vergrössert.

die x-Coordinate der Spitze des Kegels ist. Durch eine leichte Umformung geht obige Gleichung über in

$$y^2 + z^2 = \frac{a^2}{K^2}(x^2 + y^2 + z^2) - \frac{2a^2 x}{K} + a^2 . \qquad (1)$$

Eine Ebene $x = r_1$ schneidet den Kegel in einem Kreise, welchen wir den Schattenkreis nennen werden. Ein beliebiger Punkt auf dem Umfange dieses Kreises habe vom Erdmittelpunkte die Entfernung τ, und der Winkel, welchen die Strecke τ mit der $+\,x$-Axe bildet, also der scheinbare geocentrische Radius des Schattenkreises, sei ω. Dann ist für den betrachteten Punkt des Schattens

$$\tau^2 = x^2 + y^2 + z^2 ,$$
$$\tau^2 \sin^2\omega = y^2 + z^2 ,$$
$$\tau \cos\omega = x = r_1 .$$

Setzen wir diese Werthe in (1) ein, so folgt

$$\sin^2\omega = \frac{a^2}{\tau^2} + \frac{a^2}{K^2} - \frac{2a^2}{\tau K}\cos\omega . \qquad (2)$$

Diese Gleichung liefert, wenn man die Erde als Kugel betrachtet, den strengen Werth von ω. In der ersten Näherung setzt man rechts für $\cos\omega$ einen Mittelwerth ein, etwa $\log\cos\omega = 9.9999689$. So schnell auch die Auflösung dieser strengen Gleichung convergirt, so kann man sie doch für den praktischen Gebrauch durch eine einfachere Formel ersetzen. Der grösste Werth von ω ist $47'$; da ω^4 vernachlässigt werden kann, so folgt

$$\sin^2\omega = \frac{a^2}{\tau^2} + \frac{a^2}{K^2} - \frac{2a^2}{\tau K} + \frac{4a^2}{\tau K}\sin^2\frac{\omega}{2} = \left(\frac{a}{\tau} - \frac{a}{K}\right)^2 + \frac{4a^2}{\tau K}\sin^2\frac{\omega}{2},$$

$$\sin\omega = \frac{a}{\tau} - \frac{a}{K} + 2\frac{a}{\tau}\frac{a}{K}\frac{\sin^2\frac{\omega}{2}}{\frac{a}{\tau} - \frac{a}{K}} . \qquad (3)$$

Das letzte Glied erreicht nie eine Viertelsecunde, darf also fortgelassen werden. Nehmen wir jetzt an, τ wäre gleich dem Abstande des Mondes von der Erde und bezeichnen mit π die Mondparallaxe, mit Π die Sonnenparallaxe und mit H den scheinbaren Sonnenradius, dann ist

$$\frac{a}{\tau} = \sin\pi , \qquad (4)$$

$$\frac{a}{K} = \frac{A - a}{R} = \frac{A}{R} - \frac{a}{R} = \sin H - \sin\Pi ,$$

mithin $$\sin\omega = \sin\pi + \sin\Pi - \sin H .$$

Führen wir hier endlich statt der Sinus die Bögen ein, so haben wir den einfachen Ausdruck

$$\omega = \pi + \Pi - H\,, \tag{5}$$

welchen schon HIPPARCH durch eine geometrische Construction abgeleitet hat. Um über den Grad der Genauigkeit, welchen diese Formel besitzt, eine ganz klare Vorstellung zu gewinnen, berechnen wir ihren Fehler für die vier Combinationen der Extreme der Sonnen- und Mondparallaxe. Hierbei folgt für (2) der Werth von K aus

$$\frac{a}{K} = \sin H - \sin \Pi\,.$$

Nach (4) ist τ eigentlich der Abstand des Mondmittelpunktes vom Erdmittelpunkte; wollten wir jedoch dieses τ, welches also aus

$$\tau = \frac{a}{\sin \pi}$$

folgen würde, direct in (2) einsetzen, so würde das so gefundene ω nicht sofort brauchbar sein, da ja der Mondmittelpunkt nicht sichtbar ist, also auch nicht auf der sichtbaren Schattencurve liegen kann. Die am einfachsten definirten Punkte der Schattencurve sind die »Hörnerspitzen«, d. h. jene Punkte, welche gleichzeitig auf der Schattengrenze und am scheinbaren Mondrande liegen. Ist der lineare Mondradius $= \varrho$, so ist für diese Punkte die Entfernung τ vom Erdmittelpunkte bestimmt durch

$$\tau^2 = \frac{a^2}{\sin^2 \pi} - \varrho^2\,.$$

Berechnen wir τ auf diese Art, so ergiebt die strenge Gleichung (2)

	π	Π	H	ω
für	$\pi = 53'50''.000$,	$\Pi = 8''.704$	und $H = 15'45''.320$:	$\omega = 38'13''.414$
	62 30.000,	8.704	15 45.320:	46 53.430
	53 50.000,	9.001	16 17.590:	37 41.441
	62 30.000,	9.001	16 17.590:	46 21.457

dagegen ergiebt die Formel (5) der Reihe nach

ω	Fehler $\varDelta$
$\omega = 38'13''.384$, mithin ist der Fehler	$\varDelta = -\ 0''.030$
46 53.384,	$-\ 0.046$
37 41.411,	$-\ 0.030$
46 21.411,	$-\ 0.046$.

Die Formel (5) dürfen wir also ohne Bedenken bei der Rechnung benutzen. Ist noch r_0 der Abstand des Mondmittelpunktes vom Erdmittelpunkte und h_0 der geocentrische Mondradius, so ist

$$\sin h_0 = \frac{\varrho}{r_0}, \quad \sin \pi = \frac{a}{r_0},$$

also
$$\tau^2 = r_0^2 - r_0^2 \sin^2 h_0, \quad \tau = r_0 \cos h_0$$

und
$$r_1 = \tau \cos \omega = r_0 \cos \omega \cos h_0 .$$

Satz I. Errichtet man im Abstande $r_1 = r_0 \cos \omega \cos h_0$ vom Erdmittelpunkte senkrecht auf der Schattenaxe eine Ebene, so ist der Radius des auf dieser Ebene entstehenden Schattenkreises, vom Erdmittelpunkte aus gesehen,

$$\omega = \pi + \Pi - H,$$

wobei π die der Entfernung r_0 entsprechende Parallaxe ist.

4.

Die Erde nahmen wir bisher als Kugel an; um den Einfluss der Abplattung zu finden, legen wir das Bessel'sche Ellipsoid zu Grunde. Sei dessen Gleichung im Axensystem des Aequators

$$\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{y_1^2}{b^2} + \frac{z_1^2}{c^2} - 1 = 0,$$

so ist zunächst $a^2 = b^2$, und wenn wir zur Abkürzung noch setzen

$$a^2 = c^2 (1 + p),$$
$$x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = r^2,$$

so ist die Oberfläche dargestellt durch

$$r^2 + p z_1^2 - a^2 = 0 .$$

Die Richtung der x_1-Axe war bisher in der Ebene des Aequators ganz willkürlich; wir legen jetzt die $x_1 z_1$-Ebene durch den Mittelpunkt der Sonne, sodass diese Ebene der Declinationskreis der Sonne ist, und zwar so, dass die x_1-Coordinate der Sonne negativ ist. Die Declination der Sonne sei D. Drehen wir nun dieses Coordinatensystem um seine y_1-Axe um den Winkel D, sodass die neue $-x$-Axe durch die Sonne geht, so haben wir wieder das Axensystem des vorigen Paragraphen. Es ist also

$$x_1 = x \cos D - z \sin D \,,$$
$$y_1 = y \,,$$
$$z_1 = x \sin D + z \cos D \,,$$

wo x, y und z wieder ihre frühere Bedeutung haben. Das Erdellipsoid hat somit die Gleichung

$$r^2 + p\,(x \sin D + z \cos D)^2 - a^2 = 0 \,,$$

oder

$$x^2 + y^2 + z^2 + p\,(x^2 \sin^2 D + 2\,x\,z \sin D \cos D + z^2 \cos^2 D) - a^2 = 0 \,.$$

Die Ebene $x = 0$ schneidet das Ellipsoid in der Ellipse

$$y^2 + z^2 + p\,z^2 \cos^2 D - a^2 = 0 \,,$$

oder
$$\frac{y^2}{a^2} + \frac{z^2}{\left(\frac{a}{\sqrt{1 + p \cos^2 D}}\right)^2} - 1 = 0 \,.$$

Die halben Axen a_0 und b_0 dieser Ellipse sind demnach

$$a_0 = a \,,$$
$$b_0 = \frac{a}{\sqrt{1 + p \cos^2 D}} \,.$$

Die kleine Axe liegt in der Ebene des Declinationskreises der Sonne, die grosse senkrecht darauf in der Ebene des Erdäquators.

Die im vorigen Paragraphen betrachtete Ebene $x = r_1$ ist dieser Ellipse parallel, und bei Vernachlässigung von Gliedern höherer Ordnung können wir annehmen, dass auch die Ebene $x = r_1$ den Erdschatten in einer Ellipse schneide, und dass die kleine Axe dieser Schattenellipse aus der kleinen Axe b_0 der obigen Ellipse durch dieselbe Art der Projection entstehe, wie ihre grosse Axe aus a_0; die Axen beider Ellipsen sind parallel. Sind ω_a und ω_b die geocentrischen Halbaxen der Schattenellipse, so folgt nach § 3, da ja $a_0 = a$ ist,

$$\omega_a = \pi + \Pi - H \,.$$

Für ω_b bleibt H ungeändert, π und Π sind im Verhältniss $a_0 : b_0$ zu verkleinern, gehen also über in $\frac{\pi}{\sqrt{1 + p \cos^2 D}}$ und $\frac{\Pi}{\sqrt{1 + p \cos^2 D}}$; mithin ist

$$\omega_b = \frac{\pi + \Pi}{\sqrt{1 + p \cos^2 D}} - H \,.$$

p war definirt durch $a^2 = c^2(1 + p)$, woraus folgt

$$p = \frac{a^2 - c^2}{c^2} .$$

Die Bessel'schen Werthe von a und c ergeben

$$\log p = 7.8273188 ,$$
$$p = 0.0067192 .$$

Bei Vernachlässigung von p^2 ist noch

$$\frac{1}{\sqrt{1 + p \cos^2 D}} = \sqrt{1 - p \cos^2 D} ,$$

also
$$\omega_b = (\pi + \Pi) \sqrt{1 - p \cos^2 D} - H .$$

Die Excentricität e des Ellipsoides ist definirt durch

$$e^2 = \frac{a^2 - c^2}{a^2} ,$$

woraus folgt
$$1 + p = \frac{1}{1 - e^2} , \quad p = e^2 + e^4 + \ldots$$

Mit Vernachlässigung von e^4 ist also $p = e^2$, mithin auch

$$\omega_b = (\pi + \Pi) \sqrt{1 - e^2 \cos^2 D} - H .$$

Dieses ist die Formel, welche Mädler bei seinen Rechnungen benutzte.

Die Differenz der beiden Halbaxen wird

$$u = \omega_a - \omega_b = (\pi + \Pi)\left(1 - \sqrt{1 - p \cos^2 D}\right) = (\pi + \Pi) \frac{p}{2} \cos^2 D .$$

Das Maximum von $\pi + \Pi$ ist $1^\circ 2' 39''$, also das von $u = 12''.6$; wir durften also bei dieser Ableitung ohne Bedenken Glieder höherer Ordnung vernachlässigen.

Satz II. Errichtet man im Abstande r_1 vom Erdmittelpunkte senkrecht auf der Schattenaxe eine Ebene, so schneidet diese, wenn man Glieder, die das Quadrat der Erdabplattung enthalten, sowie sehr kleine parallactische Glieder vernachlässigt, den Kernschatten der Erde in einer Ellipse, dèren vom Erdmittelpunkte aus gesehene Halbaxen die Werthe haben

$$\omega_a = \pi + \Pi - H ,$$
$$\omega_b = (\pi + \Pi) \sqrt{1 - p \cos^2 D} - H ,$$
$$u = \omega_a - \omega_b = (\pi + \Pi) \frac{p}{2} \cos^2 D .$$

π hat auch hier die bei Satz I. angegebene Bedeutung; die kleine Axe der Ellipse liegt in der Ebene des Declinationskreises der Sonne; $\log p = 7.8273188$.

Um auch die Genauigkeit der letzten Formeln numerisch prüfen zu können, musste eine strenge Gleichung für die Oberfläche des Kernschattens abgeleitet werden. Hier will ich zur Controle nur das Resultat dieser Entwickelung mittheilen.

[1]) Seien $X\ Y\ Z$ die geocentrischen Sonnencoordinaten im Systeme des Erdäquators, $x\ y\ z$ die Coordinaten eines Punktes der Schattenoberfläche, A der lineare Sonnenradius, $a = 1$ die halbe grosse Axe der Erde, ferner

$$s = (\Sigma x^2) - 1\,, \qquad S = \left(\Sigma\left(\frac{x - X}{A}\right)^2\right) - 1\,,$$

$$P = \Sigma\left(x\,\frac{y - Y}{A} - y\,\frac{x - X}{A}\right)^2, \quad V = \Sigma\left(x\,\frac{x - X}{A}\right),$$

wobei das Zeichen Σ immer eine Summation über die drei Axen bedeutet. Zur Controle ist

$$Ss + S + s + 1 - P = V^2.$$

Ferner sei

$$\Gamma = P - S - s - 2\,, \quad H = \frac{S - s}{P}\,,$$

$$m = z^2, \quad M = \frac{z^2}{A^2} - \frac{2\,z\,Z}{A^2} + \frac{Z^2}{A^2}\,, \quad \mu = x^2\,\frac{Y^2}{A^2} - 2\,x\,y\,\frac{X\,Y}{A^2} + y^2\,\frac{X^2}{A^2}.$$

Entwickelt man die Gleichung der Schattenoberfläche nach Potenzen von p, so bricht die Entwickelung mit p^6 ab; hier können wir schon die Glieder, welche p^2 enthalten, fortlassen, und haben dann diese Gleichung in folgender Form:

$$0 = \Gamma + 2\,V + \frac{2\,p\,Q}{\{\Gamma - 2\,V\}}\,,$$

wobei

$$\begin{aligned} Q = &\{2\,P^2 - P(2\,S + 5\,s) - S^2 - 3\,Ss + 4\,s^2 + (S - s)^2 H\} \\ &+ \frac{m}{s}\{P^2 - P(2\,S + s) + S^2 - 6\,Ss - s^2 + s(S - s)\,H\} \\ &- M\,\{2\,P - 3\,S - 3\,s + (S - s)\,H\} \\ &- \mu\,\{P + S - 4\,s - (4\,S + 5\,s)\,H + 2\,(S - s)\,H^2\}. \end{aligned}$$

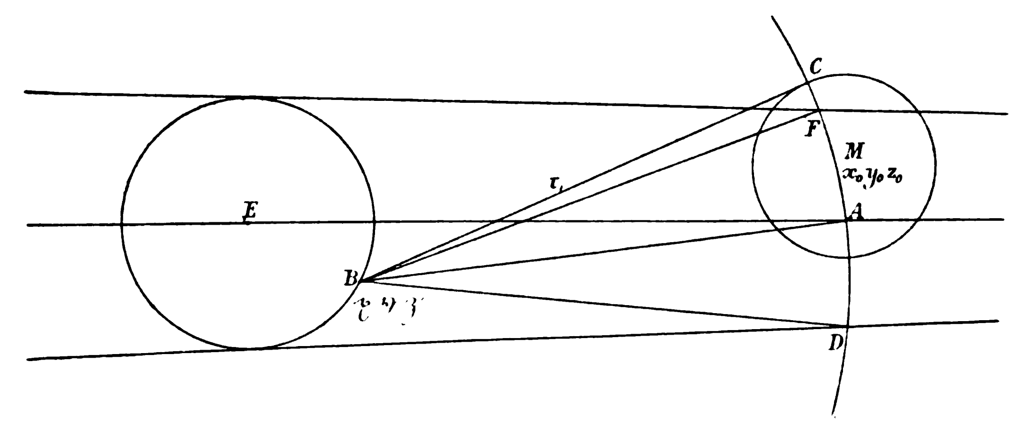
---

1) Die von hier an bis zum Schluss des § 4 neu eingeführten Bezeichnungen werden später nicht wieder benutzt. Die hier folgende Gleichung der Schattenoberfläche wurde im Seminar des Herrn Prof. BRUNS entwickelt.

Man findet mit Hülfe unseres Satzes II. Näherungswerthe von $x\ y\ z$, berechnet mit diesen die in { } geschlossenen Coefficienten und erhält so eine Gleichung zweiten Grades für $x\ y\ z$, deren Auflösung den strengen Werth liefert. Natürlich müssen noch zwei andere Gleichungen für diese drei Unbekannten vorhanden sein, doch kann man diese für die Berechnung eines Beispieles bequem wählen. Die Werthe der in { } geschlossenen Ausdrücke schwanken nur äusserst wenig, wenn man den Punkt $x\ y\ z$ rings um den Umfang eines senkrechten Querschnittes des Schattens führt; setzt man sie ganz constant, so wird dieser Querschnitt zu einer Ellipse. Ich wählte nun ein Beispiel in mittleren Verhältnissen und fand, dass Satz II. die Richtung der Axen der Ellipse ganz streng richtig giebt, während die Fehler in der Länge der halben Axen bei der grossen Axe + 0″02 und bei der kleinen Axe + 0″09 betrugen.

5.

Die bisherigen Betrachtungen ermöglichen zunächst nur die Berechnung der Ein- und Austritte von festen Punkten der Mondoberfläche. Sind $\xi\ \eta\ \zeta$ die selenocentrischen rechtwinkligen Coordinaten des Punktes parallel dem Axensystem des § 3, so kann man die Grösse und Lage der Schattenellipse in der Ebene $x = x_0 - \xi$ und



daraus die Ein- und Austrittszeit des Punktes bestimmen; $x_0\ y_0\ z_0$ sind die geocentrischen Mondcoordinaten. Die Momente des Anfanges und Endes der Finsterniss, sowie alle mikrometrischen Messungen erfordern noch eine Untersuchung über den Einfluss der Lage des Beobachtungsortes auf diese Erscheinungen. Denn es ist klar, dass

die oben erwähnten Ein- und Austritte von Mondgebirgen auf der ganzen Erdoberfläche zu derselben Zeit gesehen werden, wie im Erdmittelpunkte.

Die Coordinaten des Beobachtungsortes B in unserem bisherigen Systeme seien $\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}$, die des Mondmittelpunktes M x_0 y_0 z_0 und ϱ der Mondradius. Legt man von B eine Tangente BC an die Mondkugel, so ist deren Länge

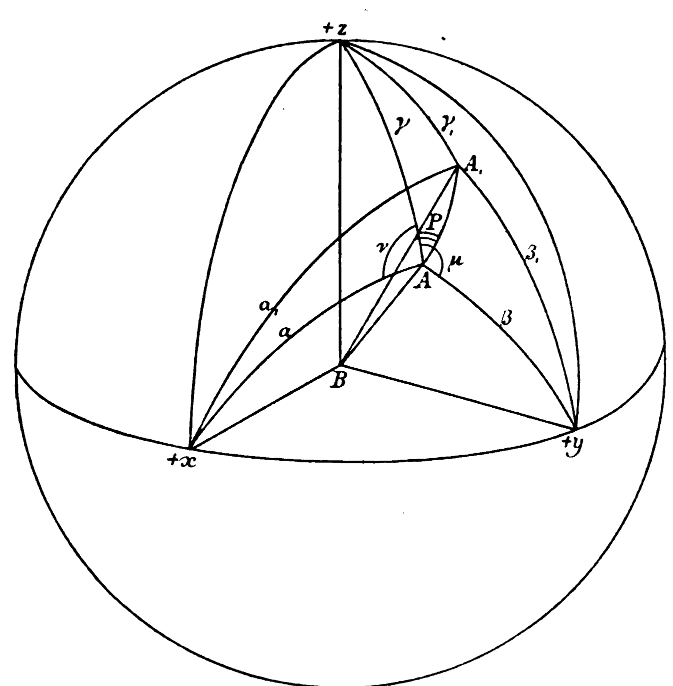
$$\tau_1 = \sqrt{(x_0 - \mathfrak{x})^2 + (y_0 - \mathfrak{y})^2 + (z_0 - \mathfrak{z})^2 - \varrho^2}\,.$$

Eine Kugel, welche mit dem Radius τ_1 um B beschrieben wird, schneidet die Mondkugel im scheinbaren Mondrande; die Gleichung dieser Kugel wird

$$(x - \mathfrak{x})^2 + (y - \mathfrak{y})^2 + (z - \mathfrak{z})^2 - [(x_0 - \mathfrak{x})^2 + (y_0 - \mathfrak{y})^2 + (z_0 - \mathfrak{z})^2] + \varrho^2 = 0\,.$$

Diese vollkommen bestimmte Kugel wird durch die Axe EA des jetzt wieder kreisförmig anzunehmenden Schattenkegels, unsere $+x$-Axe, geschnitten im Punkte A, dessen Coordinaten sind

$$x_A = \mathfrak{x} + \sqrt{\tau_1^2 - \mathfrak{y}^2 - \mathfrak{z}^2}\,, \quad y_A = 0\,, \quad z_A = 0\,.$$



Der Durchschnitt der Kugel mit dem Schattenkegel wird nahe kreisförmig sein, FD können wir als Durchmesser und A als den Mittelpunkt dieses Kreises ansehen.

Sind $\alpha\,\beta\,\gamma$ die Neigungswinkel der Linie BA gegen die Axen, so ist

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{\mathfrak{y}^2 + \mathfrak{z}^2}{\tau_1^2}}\,, \quad \cos\beta = -\frac{\mathfrak{y}}{\tau_1}\,, \quad \cos\gamma = -\frac{\mathfrak{z}}{\tau_1}\,.$$

$\alpha\,\beta\,\gamma$ sind also vollkommen bekannt. Ziehen wir nun von B aus eine Linie nach irgend einem Punkte A_1 des zuletzt genannten Kreises, so wird der Winkel $ABA_1 = \omega_1$ nicht für alle Punkte A_1 genau denselben Werth haben, sondern dieser scheinbare Radius des Schattenkreises wird jetzt eine Function des Positionswinkels P, den die Ebene ABA_1 mit der Ebene ABz bildet. Ist $\alpha_1\,\beta_1\,\gamma_1$ die Richtung der Linie BA_1, so hat man

$$\begin{aligned}
\cos\nu &= \cot\alpha\cot\gamma\,, \qquad \cos\mu = \cot\beta\cot\gamma\,,\\
\cos\alpha_1 &= \cos\alpha\cos\omega_1 + \sin\alpha\sin\omega_1\cos(\nu + P)\,,\\
\cos\beta_1 &= \cos\beta\cos\omega_1 + \sin\beta\sin\omega_1\cos(\mu - P)\,,\\
\cos\gamma_1 &= \cos\gamma\cos\omega_1 + \sin\gamma\sin\omega_1\cos P\,.
\end{aligned}$$

Die Coordinaten $x\,y\,z$ des Punktes A_1 werden daher

$$\begin{aligned}
x &= \mathfrak{x} + \tau_1\cos\omega_1\cos\alpha + \tau_1\sin\omega_1\sin\alpha\cos(\nu + P)\,,\\
y &= \mathfrak{y} + \tau_1\cos\omega_1\cos\beta + \tau_1\sin\omega_1\sin\beta\cos(\mu - P)\,,\\
z &= \mathfrak{z} + \tau_1\cos\omega_1\cos\gamma + \tau_1\sin\omega_1\sin\gamma\cos P\,.
\end{aligned}$$

Setzen wir noch die Werthe von $\cos\alpha$, $\cos\beta$ und $\cos\gamma$ ein, so folgt

$$\begin{aligned}
x &= x_A\cos\omega_1 + 2\,\mathfrak{x}\sin^2\frac{\omega_1}{2} + \tau_1\sin\omega_1\sin\alpha\cos(\nu + P)\,,\\
y &= \qquad\qquad\quad 2\,\mathfrak{y}\sin^2\frac{\omega_1}{2} + \tau_1\sin\omega_1\sin\beta\cos(\mu - P)\,,\\
z &= \qquad\qquad\quad 2\,\mathfrak{z}\sin^2\frac{\omega_1}{2} + \tau_1\sin\omega_1\sin\gamma\cos P\,.
\end{aligned}$$

Soll A_1 ein Punkt der Schattengrenze sein, so müssen $x\,y\,z$ nach § 3 der Gleichung

$$y^2 + z^2 = \frac{(K - x)^2\,a^2}{K^2 - a^2}$$

genügen. Es sind nun mit Hülfe der zuletzt angegebenen Werthe von $x\,y\,z$ die Ausdrücke $y^2 + z^2$ und $(K - x)^2$ zu entwickeln.

$$\begin{aligned}
y^2 + z^2 &= 4\,(\mathfrak{y}^2 + \mathfrak{z}^2)\sin^4\frac{\omega_1}{2}\\
&+ 4\,\tau_1\sin\omega_1\sin^2\frac{\omega_1}{2}\,[\mathfrak{y}\sin\beta\cos(\mu - P) + \mathfrak{z}\sin\gamma\cos P]\\
&+ \tau_1^2\sin^2\omega_1\,[\sin^2\beta\cos^2(\mu - P) + \sin^2\gamma\cos^2 P]\,.
\end{aligned}$$

α ist im Maximum gleich der Mondparallaxe $\pi = 1^\circ\, 2'\, 30''$; β und γ können sich höchstens ebensoviel von 90° entfernen, gleichzeitig jedoch nie über $\sqrt{\frac{\pi^2}{2}} = 44'\, 12''$. μ schwankt daher zwischen $89^\circ\, 59'\, 26''$ und $90^\circ\, 0'\, 34''$. Setzen wir $\mu = 90^\circ - i$, so ist $i \leqq 34''$, $i^2 < 0''\!.006$. Daher folgt

$$\sin i = \cot\alpha \cot\gamma\,,$$
$$\cos(\mu - P) = \cos[(90^\circ - P) - i] = \sin P + \cos P \sin i\,,$$
$$\cos^2(\mu - P) = \sin^2 P + \sin i \sin 2P\,.$$

Ausserdem ist
$$\sin^2\beta = 1 - \cos^2\beta = 1 - \frac{\mathfrak{y}^2}{\tau_1^2}\,,$$
$$\sin^2\gamma = 1 - \cos^2\gamma = 1 - \frac{\mathfrak{z}^2}{\tau_1^2}\,.$$

Hiermit folgt

$$\begin{aligned} y^2 + z^2 = \tau_1^2 \sin^2\omega_1 &- \tau_1^2 \sin^2\omega_1 \left[\frac{\mathfrak{y}^2}{\tau_1^2}\sin^2 P + \frac{\mathfrak{z}^2}{\tau_1^2}\cos^2 P\right] \\ &+ \tau_1^2 \sin^2\omega_1 \sin^2\beta \sin i \sin 2P \\ &+ 4\,\tau_1 \sin\omega_1 \sin^2\frac{\omega_1}{2}\,[\mathfrak{y}\sin\beta\sin P + \mathfrak{z}\sin\gamma\cos P] \\ &+ 4\,\mathfrak{y}\,\tau_1 \sin\omega_1 \sin^2\frac{\omega_1}{2}\sin\beta\sin i\cos P \\ &+ 4\,(\mathfrak{y}^2 + \mathfrak{z}^2)\sin^4\frac{\omega_1}{2}\,. \end{aligned}$$

Setzen wir nun $y^2 + z^2 = \tau_1^2 \sin^2\omega_2$, so folgt

$$\begin{aligned} \sin^2\omega_2 = \sin^2\omega_1 &- \sin^2\omega_1 \left[\frac{\mathfrak{y}^2}{\tau_1^2}\sin^2 P + \frac{\mathfrak{z}^2}{\tau_1^2}\cos 2P\right] \\ &+ \sin^2\omega_1 \sin^2\beta \sin i \sin 2P \\ &+ 4\sin\omega_1 \sin^2\frac{\omega_1}{2}\left[\frac{\mathfrak{y}}{\tau_1}\sin\beta\sin P + \frac{\mathfrak{z}}{\tau_1}\sin\gamma\cos P\right] \\ &+ 4\,\frac{\mathfrak{y}}{\tau_1}\sin\omega_1 \sin^2\frac{\omega_1}{2}\sin\beta\sin i\cos P \\ &+ 4\left(\frac{\mathfrak{y}^2}{\tau_1^2} + \frac{\mathfrak{z}^2}{\tau_1^2}\right)\sin^4\frac{\omega_1}{2}\,. \end{aligned}$$

$\sin^2\omega_2$ unterscheidet sich von $\sin^2\omega_1$ nur durch die parallactischen Glieder, welche alle, wie sich sofort zeigen wird, sehr klein sind.

Vernachlässigen wir vorläufig nur die Quadrate dieser Glieder, so folgt

$$\sin\omega_2 = \sin\omega_1 - \tfrac{1}{2}\sin\omega_1\left[\frac{\mathfrak{y}^2}{\tau_1^2}\sin^2 P + \frac{\mathfrak{z}^2}{\tau_1^2}\cos^2 P\right]$$
$$+ \tfrac{1}{2}\sin\omega_1\sin^2\beta\sin i\sin 2P$$
$$+ 2\sin^2\frac{\omega_1}{2}\left[\frac{\mathfrak{y}}{\tau_1}\sin\beta\sin P + \frac{\mathfrak{z}}{\tau_1}\sin\gamma\cos P\right]$$
$$+ 2\frac{\mathfrak{y}}{\tau_1}\sin^2\frac{\omega_1}{2}\sin\beta\sin i\cos P + \left(\frac{\mathfrak{y}^2}{\tau_1^2} + \frac{\mathfrak{z}^2}{\tau_1^2}\right)\sin^3\frac{\omega_1}{2}\,.$$

Um eine Vorstellung von der Grösse der hier vorkommenden Glieder zu gewinnen, setzen wir $\sin\omega = \omega\, S_\omega$ und dividieren durch S_ω:

$$\omega_2 = \omega_1 - \frac{\omega_1}{2}\left[\frac{\mathfrak{y}^2}{\tau_1^2}\sin^2 P + \frac{\mathfrak{z}^2}{\tau_1^2}\cos^2 P\right] + \frac{\omega_1}{2}\sin^2\beta\sin i\sin 2P$$
$$+ \omega_1\sin\frac{\omega_1}{2}\left[\frac{\mathfrak{y}}{\tau_1}\sin\beta\sin P + \frac{\mathfrak{z}}{\tau_1}\sin\gamma\cos P\right]$$
$$+ \omega_1\frac{\mathfrak{y}}{\tau_1}\sin\frac{\omega_1}{2}\sin\beta\sin i\cos P + \frac{\omega_1}{2}\left(\frac{\mathfrak{y}^2}{\tau_1^2} + \frac{\mathfrak{z}^2}{\tau_1^2}\right)\sin^2\frac{\omega_1}{2}\,.$$

Die grössten Werthe der einzelnen Glieder sind hier der Reihe nach:

$$47',\quad 0''39,\quad 0''23,\quad 0''32,\quad 0''000053,\quad 0''000018.$$

Selbst wenn alle parallactischen Glieder gleichzeitig ihr Maximum und dabei gleiches Vorzeichen hätten, so würde sich ω_1 von ω_2 noch um keine Secunde unterscheiden. Daher ist zu setzen $\omega_1 = \omega_2$ oder

$$y^2 + z^2 = \tau_1^2\sin^2\omega_1\,.$$

Aehnlich wird $(K - x)^2 = K^2 - 2Kx + x^2$ entwickelt.

$$x = x_A\cos\omega_1 + 2\mathfrak{x}\sin^2\frac{\omega_1}{2} + \tau_1\sin\omega_1\sin\alpha\cos(\nu + P)\,.$$

Nun ist $x_A\cos\omega_1 + 2\mathfrak{x}\sin^2\frac{\omega_1}{2} = x_A\cos\omega_1 + \mathfrak{x} - \mathfrak{x}\cos\omega_1$

$$= \mathfrak{x} + \sqrt{\tau_1^2 - (\mathfrak{y}^2 + \mathfrak{z}^2)}\cos\omega_1 = \mathfrak{x} + \tau_1\cos\omega_1\cos\alpha$$
$$= \mathfrak{x} + \tau_1\cos\omega_1 - 2\tau_1\cos\omega_1\sin^2\frac{\alpha}{2}\,,$$

$$x = \mathfrak{x} + \tau_1\cos\omega_1 + \tau_1\sin\omega_1\sin\alpha\cos(\nu + P) - 2\tau_1\cos\omega_1\sin^2\frac{\alpha}{2},$$
$$x^2 = \mathfrak{x}^2 + \tau_1^2\cos^2\omega_1 + \tau_1^2\sin^2\omega_1\sin^2\alpha\cos^2(\nu + P)$$
$$+ 4\tau_1^2\cos^2\omega_1\sin^4\frac{\alpha}{2} + 2\mathfrak{x}\tau_1\cos\omega_1$$
$$+ 2\mathfrak{x}\tau_1\sin\omega_1\sin\alpha\cos(\nu + P) - 4\mathfrak{x}\tau_1\cos\omega_1\sin^2\frac{\alpha}{2}$$
$$+ 2\tau_1^2\sin\omega_1\cos\omega_1\sin\alpha\cos(\nu + P) - 4\tau_1^2\cos^2\omega_1\sin^2\frac{\alpha}{2}$$
$$- 4\tau_1^2\sin\omega_1\cos\omega_1\sin\alpha\sin^2\frac{\alpha}{2}\cos(\nu + P)\,.$$

Setzen wir jetzt $\frac{(K - x)^2 a^2}{K^2 - a^2} = \tau_1^2 \sin^2 \omega_2$, wo ω_2 natürlich eine andere Bedeutung hat als oben, so folgt

$$\sin^2 \omega_2 = \frac{a^2}{K^2 - a^2} \Big\{ \Big[\frac{K^2}{\tau_1^2}\Big] - \frac{2 K \mathfrak{x}}{\tau_1^2} - \Big[\frac{2 K}{\tau_1} \cos \omega_1\Big]$$
$$- \frac{2 K}{\tau_1} \sin \omega_1 \sin \alpha \cos (\nu + P)$$
$$+ \frac{4 K}{\tau_1} \cos \omega_1 \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \frac{\mathfrak{x}^2}{\tau_1^2} + [\cos^2 \omega_1]$$
$$+ \sin^2 \omega_1 \sin^2 \alpha \cos^2 (\nu + P)$$
$$+ 4 \cos^2 \omega_1 \sin^4 \frac{\alpha}{2} + \frac{2 \mathfrak{x}}{\tau_1} \cos \omega_1$$
$$+ \frac{2 \mathfrak{x}}{\tau_1} \sin \omega_1 \sin \alpha \cos (\nu + P) - \frac{4 \mathfrak{x}}{\tau_1} \cos \omega_1 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$
$$+ 2 \sin \omega_1 \cos \omega_1 \sin \alpha \cos (\nu + P) - 4 \cos^2 \omega_1 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$
$$- 4 \sin \omega_1 \cos \omega_1 \sin \alpha \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cos (\nu + P) \Big\} .$$

Alle parallactischen Glieder enthalten α oder $\mathfrak{x}$; die hiervon freien in [ ] geschlossenen Glieder würden allein geben

$$\sin^2 \omega_0 = \frac{a^2}{K^2 - a^2} \Big\{ \frac{K^2}{\tau_1^2} - \frac{2 K}{\tau_1} \cos \omega_0 + \cos^2 \omega_0 \Big\} ,$$
$$\sin^2 \omega_0 = \frac{a^2}{\tau_1^2} + \frac{a^2}{K^2} - \frac{2 a^2}{\tau_1 K} \cos \omega_0 .$$

Dies ist die Gleichung (2) aus § 3; ω_0 ist also der geocentrische Werth von ω_1. Vernachlässigen wir wieder die Quadrate der kleinen parallactischen Glieder bei Ausziehung der Wurzel und dividiren durch S_ω, so folgt näherungsweise

$$\omega_2 = \omega_0 + \frac{a^2}{K^2 - a^2} \Big\{ - \frac{K \mathfrak{x}}{\tau_1^2 \sin \omega_0 S_\omega} - \alpha \frac{K}{\tau_1} \cos (\nu + P)$$
$$+ \alpha \frac{K}{\tau_1} \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tg} \omega_0} + \frac{\mathfrak{x}^2}{\tau_1^2} \frac{1}{2 \sin \omega_0 S_\omega} + \frac{\omega_0}{2} \sin^2 \alpha \cos^2 (\nu + P)$$
$$+ \alpha \frac{\cos \omega_0}{\operatorname{tg} \omega_0} \sin^3 \frac{\alpha}{2} + \frac{\mathfrak{x}}{\tau_1} \frac{1}{\operatorname{tg} \omega_0 S_\omega} + \alpha \frac{\mathfrak{x}}{\tau_1} \cos (\nu + P)$$
$$- \alpha \frac{\mathfrak{x}}{\tau_1} \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\operatorname{tg} \omega_0} + \alpha \cos \omega_0 \cos (\nu + P) - \alpha \frac{\cos \omega_0}{\operatorname{tg} \omega_0} \sin \frac{\alpha}{2}$$
$$- 2 \alpha \cos \omega_0 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cos (\nu + P) \Big\} .$$

Die Maxima der einzelnen Glieder haben hier folgende Werthe:

$$+47', \quad -43''\!.2, \quad \mp 0''\!.64, \quad +0''\!.43, \quad +0''\!.19, \quad +0''\!.000042,$$
$$+0''\!.000018, \quad +22''\!.4, \quad \pm 0''\!.0056, \quad -0''\!.0037, \quad \pm 0''\!.33,$$
$$-0''\!.22, \quad \mp 0''\!.000056.$$

Die Glieder $\mp 0''\!.64$, $+0''\!.43$, $\pm 0''\!.33$, $-0''\!.22$, deren Vernachlässigung vielleicht Bedenken erregen könnte, haben ihr Maximum, wenn α seinen grössten Werth erreicht, d. h. wenn der Mond im Horizont des Beobachtungsortes steht; in diesem Falle kann jedoch die Summe der vier Glieder höchstens auf $+0''\!.50$ anwachsen; bei grösserer Höhe des Mondes ist sie stets noch kleiner. Wir dürfen daher diese, sowie alle kleineren Glieder vernachlässigen; nur das Glied $0''\!.19$ soll beibehalten werden.

Die Gleichung des Kernschattens

$$y^2 + z^2 = \frac{a^2 (K - x)^2}{K^2 - a^2}$$

nimmt somit bei Berücksichtigung aller parallactischen Glieder, welche $1''$ erreichen können, die Form an

$$\begin{aligned} K^2 \tau_1^2 \sin^2 \omega_1 - a^2 \tau_1^2 \sin^2 \omega_1 \\ = K^2 a^2 - 2 K a^2 \tau_1 \cos \omega_1 + a^2 \tau_1^2 \cos^2 \omega_1 - 2 K a^2 \mathfrak{x} + 2 a^2 \mathfrak{x} \tau_1 \cos \omega_1 + a^2 \mathfrak{x}^2 \\ = (K^2 a^2 - 2 K a^2 \tau_1 + a^2 \tau_1^2) + 4 K a^2 \tau_1 \sin^2 \frac{\omega_1}{2} - a^2 \tau_1^2 \sin^2 \omega_1 \\ - 2 K a^2 \mathfrak{x} + 2 a^2 \mathfrak{x} \tau_1 \cos \omega_1 + a^2 \mathfrak{x}^2 \,. \end{aligned}$$

Vernachlässigen wir, wie schon im § 3, so auch hier das Glied $4 K a^2 \tau_1 \sin^2 \frac{\omega_1}{2}$, so bleibt

$$\sin^2 \omega_1 = \left(\frac{a}{\tau_1} - \frac{a}{K}\right)^2 - 2 \left(\frac{a}{\tau_1} - \frac{a}{K}\right) \frac{a \mathfrak{x}}{K \tau_1} + \left(\frac{a \mathfrak{x}}{K \tau_1}\right)^2,$$

$$\sin \omega_1 = \frac{a}{\tau_1} - \frac{a}{K} - \frac{a \mathfrak{x}}{K \tau_1} = \frac{a}{K \tau_1} (K - \tau_1 - \mathfrak{x}) \,.$$

Diese Gleichung ist ganz frei von α und P; hieraus folgt zunächst

Satz III. Beschreibt man um das Auge eines auf der Erdoberfläche ganz beliebig aufgestellten Beobachters die Kugel, auf welcher der scheinbare Mondrand liegt, so erscheint die Durchschnittslinie dieser Kugel mit dem Schattenkegel dem Beobachter genau ebenso, wie einem in der Axe des Kegels stehenden Beobachter, nämlich, abgesehen von der Erdabplattung, als Kreis. Die thatsächliche Curve kann sich von der Kreisperipherie nie um eine Bogensecunde entfernen.

Bezeichnen wir die geocentrischen Grössen mit dem Index 0, so ist nach § 3

$$\sin \omega_0 = \frac{a}{\tau_0} - \frac{a}{K} = \frac{a}{K\tau_0}(K - \tau_0) ,$$

mithin wird

$$\frac{\sin \omega_1}{\sin \omega_0} = \frac{\tau_0}{\tau_1} \cdot \frac{K - \tau_1 - \mathfrak{x}}{K - \tau_0} .$$

Nun ist

$$\tau_0 \cos \omega_0 = x ,$$
$$\tau_1 \cos \omega_1 = x - \mathfrak{x} .$$

Setzen wir hier $\cos \omega_0 = \cos \omega_1 = 1$, so folgt

$$\tau_0 = \tau_1 + \mathfrak{x} ,$$

also

$$K - \tau_1 - \mathfrak{x} = K - \tau_0 ,$$

$$\frac{\sin \omega_1}{\sin \omega_0} = \frac{\tau_0}{\tau_1} .$$

Ist wie früher ϱ der lineare, h_1 der scheinbare und h_0 der geocentrische Mondradius, so ist $\varrho = \tau_0 \operatorname{tg} h_0 = \tau_1 \operatorname{tg} h_1$, also

$$\frac{\sin \omega_1}{\sin \omega_0} = \frac{\tau_0}{\tau_1} = \frac{\operatorname{tg} h_1}{\operatorname{tg} h_0} .$$

Ersetzen wir hier endlich noch die Sinus und Tangenten durch die Bögen, so haben wir die einfache Beziehung:

$$\frac{\omega_1}{\omega_0} = \frac{h_1}{h_0} .$$

Satz IV. Die parallactische Vergrösserung des Halbmessers des Schattenkreises ist der des scheinbaren Mondhalbmessers genau proportional.

Die Berechnung einiger Beispiele ergab, dass der Fehler des letzten Satzes noch keine Hundertstelsecunde beträgt.

Aus den Sätzen III und IV folgt unmittelbar

Satz V. Bei einer Mondfinsterniss erscheinen die Schattenphänomene am scheinbaren Mondrande jedem Beobachter auf der Erde genau ebenso, wie sie einem Beobachter im Erdmittelpunkte erscheinen würden, nur sind alle Distanzen in demselben Verhältnisse vergrössert, wie der scheinbare Mondradius.

Benutzt man bei der Messung dieser Distanzen den scheinbaren Monddurchmesser selbst als Massstab, so verschwindet auch noch diese parallactische Vergrösserung aus den Beobachtungsergebnissen.

Letzteres ist speciell der Fall bei allen Beobachtungen des Anfanges und Endes der Finsterniss sowie der Totalität, denn hierbei beobachtet man die Momente, in denen der nächste Punkt des Schattenkreises vom Mondmittelpunkte gerade um den scheinbaren Mondradius entfernt ist. Diese Momente werden daher auf der ganzen Erde in demselben Augenblicke gesehen, in welchem sie auch ein Beobachter im Mittelpunkte der Erde beobachten würde.

Da nach § 4 die grösste Differenz zwischen einem Radiusvector der Schattenellipse und dem Radius des bisher betrachteten Schattenkreises 12."6 beträgt, so sind die Producte dieser Grösse in die parallactischen Glieder vollkommen unmerklich, wie schon im § 2 erwähnt wurde. Was wir über die Wirkung der Parallaxe für den kreisförmigen Schatten abgeleitet haben, gilt daher auch unverändert für den elliptischen.

6.

Nach Satz V braucht man auch bei den Ein- und Austritten des Mondrandes nur den geocentrischen Schattenkreis zu kennen. Dieser entsteht nun nach dem vorigen Paragraphen durch den Durchschnitt des Schattenkegels mit einer Kugel um den Erdmittelpunkt vom Radius $\tau_0 = r_0 \cos h_0$. Die Ebene dieses Schattenkreises steht senkrecht auf der Schattenaxe und hat vom Erdmittelpunkte den Abstand

$$x = \tau_0 \cos \omega_0 = r_0 \cos h_0 \cos \omega_0 ,$$

ist also identisch mit der in den Sätzen I und II auf der x-Axe senkrecht errichteten Ebene. Für alle Beobachtungen am Mondrande liefern daher die Formeln des Satzes II sofort den richtigen Werth von ω, wenn man darin für π die Parallaxe des Mondmittelpunktes setzt.

Alle Punkte im Inneren der Mondscheibe liegen jedoch der Erde näher, als der scheinbare Mondrand; mithin muss ω für diese Punkte einen grösseren Werth haben.

Sei F die selenocentrische Entfernung des beobachteten Punktes vom scheinbaren Mittelpunkte der Mondscheibe, so ist seine Entfernung vom Erdmittelpunkte $r_0 - \varrho \cos F$ und das in Satz II vorkommende $r_1 = (r_0 - \varrho \cos F) \cos \omega$. Nach diesem Satze soll ω mit einer Parallaxe π_1 berechnet werden, welche der Entfernung

$$\frac{r_1}{\cos\omega\cos h} = \frac{r_0 - \varrho\cos F}{\cos h}$$

entspricht. Da wir $\cos h = 1$ setzen können, so wird

$$\pi_1 = \frac{\pi r_0}{r_0 - \varrho\cos F} = \pi\left(1 + \frac{\varrho}{r_0}\cos F\right) = \pi\left(1 + \frac{\varrho}{a}\pi\sin 1''\cos F\right).$$

Sei zur Abkürzung

$$f = \pi^2 \frac{\varrho}{a}\sin 1'' ,$$

so folgt nun nach Satz II für den betreffenden Punkt

$$\omega_{a_1} = \pi + \Pi - H + f\cos F = \omega_a + f\cos F ;$$

u würde eigentlich übergehen in

$$u = (\pi + \Pi)\frac{p}{2}\cos^2 D + f\frac{p}{2}\cos^2 D\cos F ;$$

doch da f nur zwischen 13.″8 und 18.″6 schwankt, so bleibt das letzte Glied stets kleiner, als 0.″063, ist also unmerklich.

Ist χ der Winkel zwischen der kleinen Axe ω_b und einem beliebigen Radiusvector ω der Schattenellipse (χ wird nach Art der Positionswinkel von Nord über Ost nach Süd gezählt), so ist, da $u^2 < 0.''0008$ zu vernachlässigen ist,

$$\omega = \omega_a - u\cos^2\chi .$$

Der theoretische Werth von ω folgt demnach immer aus den Formeln

$$\omega_a = \pi + \Pi - H ,$$

$$u = (\pi + \Pi)\frac{p}{2}\cos^2 D , \qquad f = \pi^2\frac{\varrho}{a}\sin 1'' ,$$

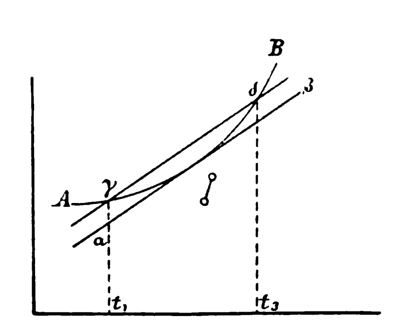
$$\omega = \omega_a - u\cos^2\chi + f\cos F .$$

Für die Beobachtungen am Mondrande verschwindet die letzte Correction von selbst, da dann $\cos F = 0$ wird. Diese Formeln können ω nicht um 1″ falsch ergeben.

7.

Bevor wir die Formeln zur Berechnung eines Werthes von ω aus den Beobachtungen aufstellen, müssen einige allgemeine Bemerkungen eingeschaltet werden. Bei den Zusammenstellungen der Finsternisselemente in den astronomischen Ephemeriden werden zur

Berechnung des Mondortes jetzt stets die Rectascension und Declination des Mondes zur Zeit der Opposition in Rectascension und die stündlichen Veränderungen dieser beiden Coordinaten angegeben. Zu einer scharfen Berechnung sind diese Elemente nicht zu gebrauchen, da die Vernachlässigung der zweiten Differenzen Fehler von mehr als 5″ verursacht. Nicht viel besser stand es hiermit früher, als man statt dessen die Länge und Breite des Vollmondes und deren stündliche Veränderungen angab. Denken wir uns nämlich in einem rechtwinkligen Coordinatensystem die Zeit als Abscisse und die Mondlängen als Ordinaten aufgetragen, so wird die wahre Längenbewegung des Mondes während der Dauer der Finsterniss (im Maximum 4 Stunden) etwa durch die Curve AB dargestellt sein. Bei Benutzung jener in den Ephemeriden angegebenen Elemente setzt man jedoch an deren Stelle die im Punkte $\wp$ an die Curve gelegte Tangente, welche sich in den Punkten α und β um so weiter von A und B entfernen kann, je grösser die Zeit AB ist. Diese Dauer zwischen der ersten und letzten Beobachtung wird am grössten bei totalen Finsternissen, und gerade bei diesen wird dann auch noch das mittelste Stück der Tangente, welches sich der Curve am besten anschliesst, gar nicht benutzt. Eine analoge Betrachtung gilt für die Breite.



Will man die Aenderung der Länge und Breite des Mondes überhaupt linear annehmen, was für die Rechnung eine sehr grosse Erleichterung verschafft, so kann man einen weit besseren Anschluss an die thatsächliche Mondbewegung dadurch erreichen, dass man die Gerade $\alpha\beta$ nicht in dem einen Punkte $\wp$, sondern in zwei Punkten γ und δ mit der Curve AB zusammenfallen lässt. Die Zeitpunkte t_1 und t_3, zwischen denen also dann linear interpolirt wird, wählt man bei partiellen Finsternissen so, dass bei t_1 etwa $\frac{1}{4}$ und bei t_3 $\frac{3}{4}$ der ganzen Finsternissdauer abgelaufen ist. Bei tolalen Finsternissen legt man t_1 in die Mitte der Eintrittsbeobachtungen, t_3 in die Mitte der Austrittsbeobachtungen.

Bei diesem Verfahren ist der Einfluss der zweiten Differenzen



in der Mondbewegung auf sein Minimum herabgedrückt, und der Fehler bleibt auch in der Länge fast immer kleiner, als 1″; in Breite ist er viel kleiner. In ganz ungünstigen Fällen kann der Längenfehler allerdings immer noch auf ca. 1″3 anwachsen. Bei schärferen Beobachtungen wird man also dieses Glied noch berücksichtigen müssen, was leicht auf verschiedene Arten geschehen kann. Bei den folgenden Rechnungen werde ich dasselbe jedoch vernachlässigen, da selbst ein Rechenfehler von 2″ gegen die Unsicherheit der Beobachtungen noch nichts zu bedeuten hat. Es sei bemerkt, dass dieses der grösste theoretische Fehler ist, welcher in den folgenden Rechnungen enthalten ist; bei einer Verschärfung der Rechnung müsste man also diesen zuerst beseitigen, dann erst würde die Berücksichtigung der parallactischen Glieder in Frage kommen, wodurch jedoch die Rechnung wesentlich complicirter würde. Einen vorläufig unvermeidlichen weit grösseren Fehler anderer Natur werden wir in § 9 noch kennen lernen.

Die kleinen sphärischen rechtwinkligen Dreiecke, deren Hypotenuse $\omega + h$ im Maximum $= 63'$ ist, werden wir als ebene behandeln.

8.

Nach diesen Bemerkungen bedürfen die folgenden Formeln keiner weiteren Erklärung.

Man berechnet aus den Tafeln für die beiden Zeitpunkte t_1 und t_3 (mittl. Greenw. Zeit):

l_1 und l_3 scheinbare Länge, b_1 und b_3 scheinbare Breite
π_1 π_3 Parallaxe, h_1 h_3 Halbmesser
l_1^0 l_3^0 mittlere Länge,
} des Mondes,

Λ_1 und Λ_3 scheinbare Länge der Erde.

Ferner für den Zeitpunkt $t_2 = \frac{t_1 + t_3}{2}$:

$$\Lambda_2 = \frac{\Lambda_1 + \Lambda_3}{2}, \quad \pi_2 = \frac{\pi_1 + \pi_3}{2}, \quad h_2 = \frac{h_1 + h_3}{2},$$

Ω_2 mittlere Länge des aufsteigenden Knotens der Mondbahn in der Ekliptik,



Π_2 Parallaxe } der Sonne,
H_2 Halbmesser }
ε_2 Schiefe der Ekliptik.

Nun werden der Reihe nach folgende Ausdrücke berechnet:

$L_1 = l_1 - \varLambda_1$, $L_3 = l_3 - \varLambda_3$ } Länge des Mondes vom Mittelpunkte des Schattenkreises an gezählt;

$$dL = \frac{L_3 - L_1}{t_3 - t_1},\quad db = \frac{b_3 - b_1}{t_3 - t_1},\quad d\pi = \frac{\pi_3 - \pi_1}{t_3 - t_1}$$ Veränderung von L, b und π in 1^s mittl. Zt.;

$t_{☍} = t_1 - \frac{L_1}{dL}$, Zeit der Opposition in Länge (Vollmond);

$b_{☍} = b_1 - \frac{L_1}{dL}\, db$, Breite des Mondes zur Zeit $t_{☍}$;

$\operatorname{tg} \nu = \frac{db}{dL}$, Winkel der Mondbahn gegen die Ekliptik, beim ☊ positiv;

$dS = \frac{dL}{\cos \nu}$, Bewegung des Mondes in der Bahn in 1^s;

$e = b_{☍} \cos \nu$, kürzester Abstand des Mondes von der Schattenaxe;

$t_0 = t_{☍} - \frac{b_{☍} \sin \nu}{dS}$, Zeit der Mitte der Finsterniss;

$\sin D_2 = - \sin \varLambda_2 \sin \varepsilon_2$, Declination der Sonne;

$\operatorname{tg} q = \cos \varLambda_2 \operatorname{tg} \varepsilon_2$, Winkel der kleinen Axe der Schattenellipse mit dem Breitenkreise;

$$\omega_{a_2} = \pi_2 + \Pi_2 - H_2,$$

$$u = (\pi_2 + \Pi_2)\, \frac{p}{2} \cos^2 D_2 = [7.52629 - 10]\, (\pi_2 + \Pi_2) \cos^2 D_2,$$

$$f = \pi_2^2\, \frac{\varrho}{a} \sin 1'' = [4.12166 - 10]\, \pi_2^2.$$

Zur Berechnung der Libration benutzen wir die von Encke im Berliner Jahrbuche für 1843 angegebenen Formeln, nur ersetzen wir den von Encke angewendeten Werth der Neigung des Mondäquators $J = 1^\circ 28' 47''$ durch die genauere von Wichmann gefundene Zahl $1^\circ 32' 9''$ und geben den Tafeln eine bei Mondfinsternissen bequemere Form. Man entnimmt aus Tafel I (am Schlusse) mit den Argumenten $l_1 - ☊_2$ und $l_3 - ☊_2$ die Werthe von B', $\frac{1}{D'}$, E' und C und hat dann

$b_1' = B_1' - b_1$ und $b_3' = B_3' - b_3$, Libration in Breite,

$$\left.\begin{aligned} l_1' &= l_1 - l_1^0 - D_1' b_1' + E_1', \\ l_3' &= l_3 - l_3^0 - D_3' b_3' + E_3', \end{aligned}\right\} \text{Libration in Länge.}$$

C ist der Winkel zwischen dem durch die scheinbare Mondmitte gehenden Mondmeridiane und dem Breitenkreise; er ist positiv, wenn sich der nördliche Theil des Breitenkreises westlich (rechts) von dem genannten Meridiane befindet.

9.

Befinden sich unter den Beobachtungen Ein- und Austritte von Rändern irgendwelcher Mondgebirge, so ist zur Ermittelung der selenographischen Coordinaten des beobachteten Punktes folgende Zeichnung zu entwerfen:

In einer kleinen Karte des Vollmondes, welche die beobachteten Punkte in mittlerer Libration enthält, legt man im Mittelpunkte O an den ersten (mittelsten) Mondmeridian den Winkel $C + \nu$ an. Der nördliche Theil des so erhaltenen Breitenkreises liegt bei positivem $C + \nu$ westlich vom Mondmeridiane. Ist der Radius des Mondes in der Karte $= n$ Millimeter (es genügt etwa $n = 20$ mm), so sei

$$e' = \frac{n}{h_2} e, \qquad dS' = 60 \frac{n}{h_2} dS \text{ (Bewegung des Schattens in } 1^m).$$

Man trägt von O aus auf dem Breitenkreise $OA = e'$ ab und zwar bei positivem e nach Süden, bei negativem e nach Norden. In A errichtet man eine Gerade, die Bahn des Schattencentrums, senkrecht auf OA und trägt auf derselben mit Hülfe der Grösse dS' den Ort des Schattenmittelpunktes etwa von 10 zu 10 Minuten ein. A muss hierbei auf den Zeitpunkt t_0 fallen. Die Bewegung des Schattens erfolgt von Osten nach Westen.

Ist nun zur mittl. Greenw. Zeit ϑ der Ein- oder Austritt des Randes der Formation B beobachtet worden, so verbindet man B mit dem Punkte ϑ der Schattenbahn und misst den Winkel φ zwischen diesen beiden Geraden; die Zählung von φ erfolgt von der östlichen Seite der Schattenbahn aus entgegen der Bewegung des Uhrzeigers. Gleichzeitig ergiebt die Länge der Verbindungslinie ϑB einen Näherungswerth für die beobachtete Grösse des Schattenhalbmessers, sodass



man also schon bei dieser Construction stark misslungene Beobachtungen erkennen und ausscheiden kann.

In einer guten grossen Mondkarte zieht man nun eine Gerade, welche mit den Parallelkreisen der Karte den Winkel

$$\varkappa = \varphi - (90^\circ + C + \nu)$$

bildet; $\varkappa$ wird wie φ von Ost über Süd gezählt. Diese Gerade verschiebt man sich selbst parallel so lange, bis sie den Rand der beobachteten Formation berührt und zwar im Osten, wenn »Rand I«, im Westen, wenn »Rand II« beobachtet wurde. Da wo die Berührung stattfindet, liegt der beobachtete Punkt, dessen selenographische Coordinaten man nun aus der Karte entnimmt. Es ist klar, dass bei der letzten Construction eine ziemliche Willkür dadurch entstehen muss, dass die Ränder der grösseren Wallebenen auf einer grossen Mondkarte eine ganz ansehnliche Breite haben. Der hierdurch entstehende Fehler wird jedoch wieder eliminirt, wenn beide Ränder beobachtet sind und man in der Karte dann jedesmal dieselbe Grenzlinie wählt, etwa den höchsten Kamm des Ringwalles. Um diese Elimination möglichst gut durchzuführen, bedient man sich mit Vortheil einer ganz einfachen Mondkarte, auf welcher die Wälle der Ringgebirge nur durch eine einzige Linie markirt sind. Ich habe zu diesem Zwecke im Massstabe der MÄDLER'schen Mondkarte eine Karte gezeichnet, in welche die Umrisse der beobachteten Formationen in geeigneter Weise nach MÄDLER eingetragen wurden. Das von Grad zu Grad vollständig ausgeführte Gradnetz erlaubte dann leicht, die Coordinaten auf 0°1 sicher zu entnehmen.

An dieser Stelle mag bemerkt werden, dass nach dem Urtheile von BEER und MÄDLER der wahrscheinliche Fehler der Positionen erster Ordnung, d. h. der am schärfsten bestimmten Punkte der Mondoberfläche auf 6′ bis 8′ in selenographischer Länge und Breite in der Nähe des Centrums der Mondscheibe zu schätzen ist; gegen den Rand hin nimmt er beträchtlich zu. Die Lage der Punkte zweiter Ordnung, welche nur durch wenige Messungen an die Punkte erster Ordnung angeschlossen wurden, kann kaum als bis auf 30′ bis 40′ sicher betrachtet werden, und noch unsicherer sind endlich alle Formationen, wie die Kraterwälle etc., welche nur nach dem Augenmasse in die Karte eingezeichnet sind. Beachtet man nun, dass im



Centrum der Mondscheibe ein Grad selenographischer Länge oder Breite bei mittlerer Entfernung des Mondes einen geocentrischen Bogen von 16″6 überspannt, so sieht man, dass durch diese Unsicherheit der selenographischen Coordinaten in unserer Berechnung von ω selbst bei Punkten erster Ordnung noch ein wahrscheinlicher Fehler von ca. 2″ entstehen wird; bei Punkten zweiter Ordnung wächst dieser auf 10″ und bei allen übrigen Objecten wird er ganz gut 20″ betragen können. Diese vorläufig unvermeidlichen Fehler müssen wir als zufällige Fehler betrachten, und es ist sicher, dass sich ihr Einfluss im Mittel aus vielen Beobachtungen fortheben wird; ihre ganze Wirkung wird die sein, dass die wahrscheinlichen Fehler der einzelnen Beobachtungsreihen dadurch vergrössert werden. Dieses ist der Hauptgrund, weshalb man erwarten darf, dass die mikrometrischen Messungen des Schattens sowie die photographischen Aufnahmen ein genaueres Resultat liefern werden, als die Ein- und Austrittsbeobachtungen.

Wie man aus dem Gesagten ersieht, ist es vollkommen der Schärfe der Grundlagen entsprechend, wenn man die Positionen auf der Karte auf 0°1 genau abgreift.

Um bei den am häufigsten beobachteten Objecten diese Construction auf der Karte nicht immer wiederholen zu müssen, habe ich für diese die Coordinaten einer Anzahl von Punkten des Walles in Tafel III mit dem Argumente $\varphi - (C + \nu)$ tabulirt. Bei Eintritt von Rand I und Austritt von Rand II benutzt man die linken Argumente, bei Eintritt von Rand II und Austritt von Rand I die rechten.

10.

Es seien nun λ und β die selenographische Länge und Breite des beobachteten Punktes und ϑ die mittlere Greenwicher Zeit der Beobachtung. Alsdann findet man den durch die Libration veränderten Ort aus den Formeln

$$\operatorname{tg} N = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos(\lambda - l')},$$

$$\cot M = \frac{\cos N \operatorname{tg}(\lambda - l')}{\sin(N - b')},$$

$$\operatorname{tg} F = \frac{\operatorname{tg}(N - b')}{\sin M}.$$

F ist die selenocentrische Entfernung des Punktes von dem scheinbaren Centrum der Mondscheibe, M der Winkel zwischen dem Bogen F und dem scheinbaren Mondäquator, d. h. der Linie, welche auf dem durch die scheinbare Mitte gehenden Meridiane senkrecht steht. N liegt im ersten Quadranten und hat das Vorzeichen von β; M wird von der westlichen Seite des Mondäquators nach Norden gezählt.

Da F und M für jede der beobachteten Formationen einzeln zu berechnen sind, so ergiebt die Berechnung der drei letzten Gleichungen bei der Verarbeitung eines umfangreichen Beobachtungsmaterials eine nicht unbeträchtliche Arbeit. Diese wird nun ganz ausserordentlich verringert durch folgendes Verfahren.

Setzen wir in obigen drei Formeln $l' = b' = 0$, so ergeben dieselben einfach die Transformation der selenographischen Coordinaten λ und β in ein zweites Coordinatensystem M, F, welches dem vorigen ähnlich ist, nur ist der Pol in den scheinbaren Mittelpunkt der Mondscheibe gelegt. Trägt man also auf der schon erwähnten grossen Mondkarte auch dieses letztere System (bestehend aus geraden Linien durch den Mittelpunkt der Karte und concentrischen Kreisen) ebenfalls von Grad zu Grad ein, so kann man, sobald λ und β für einen Punkt gegeben wird, direct M und F aus der Karte entnehmen.

Sind l' und b' nicht Null, so wird man mit anderen Werthen (λ) und (β) im ersten System in die Karte eingehen müssen, um die richtigen Werthe von F und M aus dem zweiten System zu erhalten. Es zeigt sich nun, dass man hat

$$(\lambda) = \lambda - l' + \lambda' ,$$
$$(\beta) = \beta - b' + \beta' ,$$

wo λ' und β' kleine Correctionsglieder sind, welche von λ, β, l' und b' abhängen. Durch eine einfache Rechnung findet man mit hinreichender Schärfe

$$\lambda' = - b' \left[\sin(\lambda - l') \operatorname{tg} \beta\right] ,$$
$$\beta' = + b' \left[1 - \cos(\lambda - l')\right] .$$

Für $b' = 1.^\circ0$ findet man so für λ' und β' folgendes Täfelchen:

$b' = 1°0$

$\lambda - l'$	β'	λ'							
		$\beta = 0°$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
0°	0°0	0°0	0°0	0°0	0°0	0°0	0°0	0°0	0°0
10	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5
20	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9
30	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.4
40	0.2	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.8	1.1	1.8
50	0.4	0.0	0.1	0.3	0.4	0.6	0.9	1.3	2.1
60	0.5	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0	1.5	2.4
70	0.6	0.0	0.2	0.3	0.5	0.8	1.1	1.6	2.6

Bei Mondfinsternissen kann b' höchstens 1°1 betragen; stellt man sich also durch Multiplication obiger Werthe von λ' und β' mit 0.1 0.2 ... 1.1 die entsprechenden Tabellen für $b' = 0°1$, $0°2$ ... $1°1$ her, so hat man nur die betreffende Tabelle jedesmal auszuwählen, welche dann direct λ' und β' giebt. Man fügt diese kleinen Glieder nebst $-l'$ und $-b'$ zu λ und β hinzu und entnimmt dann direct aus der Karte die richtigen Werthe von F und M. Hierdurch ist die sonst recht lästige Librationsrechnung auf die allergeringste Arbeit reducirt.

Sind so F und M gefunden, so hat man weiter

$$\begin{aligned} \psi &= M + C + \nu, \\ v &= h \sin F \cos \psi, \\ w &= h \sin F \sin \psi, \\ \operatorname{tg} \mu &= \frac{(\vartheta - t_0)\, dS - v}{e + w}, \end{aligned}$$

(μ liegt bei den Austritten im ersten oder zweiten, bei den Eintritten im dritten oder vierten Quadranten),

$$\omega' = \frac{(\vartheta - t_0)\, dS - v}{\sin \mu} = \frac{e + w}{\cos \mu}.$$

Für die Beobachtungen des Ein- und Austrittes der Mondränder ist die Rechnung weit einfacher. Man hat unmittelbar

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{(\vartheta - t_0)\, dS}{e},$$

$$\omega' \pm h = \frac{(\vartheta - t_0)\, dS}{\sin \mu} = \frac{e}{\cos \mu}.$$

Das obere Zeichen gilt hier für die äussere Berührung, das untere für die innere.

ω' ist das Endresultat, der beobachtete Radius des Schattenkreises. Den theoretischen Radius ω ergeben folgende Formeln: In § 8 sind ω_{a_2}, $d\pi$, q, ν, u und f berechnet; weiter ist

$$\chi = \mu - (\nu + q) ;$$

alsdann ist der theoretische Werth

$$\omega = \omega_{a_2} + (\vartheta - t_2)\, d\pi - u \cos^2 \chi + f \cos F .$$

Den Betrag von $u \cos^2 \chi$ findet man in Tafel IV, den von $f \cos F$ in Tafel V.

Die Vergrösserung des Schattens endlich ist

$$V = \omega' - \omega ,$$

und der in der Einleitung besprochene Vergrösserungscoefficient würde definirt sein durch

$$\text{Vergrösserungscoefficient} = \frac{1}{A} = \frac{\omega' - \omega}{\omega} = \frac{V}{\omega} .$$

Ob die Berechnung dieses Coefficienten berechtigt ist, werden wir später untersuchen.

11.

Bezeichnen wir die Differentiation durch Δ, so folgt aus den Formeln der §§ 8 und 10

$$\Delta\omega' = \frac{\Delta e}{\cos\mu} + \frac{\Delta w}{\cos\mu} + (e + w)\sin\mu\,\frac{\Delta\mu}{\cos^2\mu} ,$$

$$\frac{\Delta\mu}{\cos^2\mu} = \frac{dS\,\Delta\vartheta}{e+w} - \frac{dS\,\Delta t_0}{e+w} - \frac{\Delta v}{e+w} - \frac{\Delta e \operatorname{tg}\mu}{e+w} - \frac{\Delta w \operatorname{tg}\mu}{e+w} ,$$

mithin

$$\Delta\omega' = \Delta e \cos\mu + \Delta w \cos\mu - \Delta v \sin\mu - \Delta t_0\, dS \sin\mu + \Delta\vartheta\, dS \sin\mu .$$

Ferner wird

$$\Delta e = \Delta b_1 \cos\nu - \Delta L_1 \sin\nu ,$$

$$\Delta t_0 = -(\Delta b_1 \sin\nu + \Delta L_1 \cos\nu)\,\frac{\cos\nu}{dL} ,$$

$$dS\,\Delta t_0 = -\Delta b_1 \sin\nu - \Delta L_1 \cos\nu .$$

Die Werthe von dL und db, also auch ν kann man stets als fehlerfrei annehmen. Endlich ist noch

$$\Delta w \cos\mu - \Delta v \sin\mu = \Delta h \sin F \sin(\psi - \mu) + \Delta\psi\, h \sin F \cos(\psi - \mu) + \Delta F\, h \cos F \sin(\psi - \mu) .$$

Die Einsetzung aller dieser Ausdrücke ergiebt für die Ein- und Austritte der Mondflecken

$$\begin{aligned}\varDelta\omega' = \varDelta L_1 \sin(\mu-\nu) + \varDelta b_1 \cos(\mu-\nu) + \varDelta\vartheta\, dS \sin\mu \\ + \varDelta h \sin F \sin(\psi-\mu) + \varDelta\psi\; h \sin F \cos(\psi-\mu) \\ + \varDelta F\; h \cos F \sin(\psi-\mu)\;.\end{aligned}$$

Analog findet man für Anfang und Ende der Finsterniss

$$\varDelta\omega' = \varDelta L_1 \sin(\mu-\nu) + \varDelta b_1 \cos(\mu-\nu) + \varDelta\vartheta\, dS \sin\mu - \varDelta h,$$

und für Anfang und Ende der Totalität

$$\varDelta\omega' = \varDelta L_1 \sin(\mu-\nu) + \varDelta b_1 \cos(\mu-\nu) + \varDelta\vartheta\, dS \sin\mu + \varDelta h.$$

Haben also mehrere Beobachter den Ein- oder Austritt desselben Objectes beobachtet, so wird man die Rechnung nur für eine Zeit ϑ_0, am besten das arithmetische Mittel aller ϑ, durchführen und aus dem für ϑ_0 gefundenen Werthe ω_0' die übrigen ω' dann nach der Formel erhalten

$$\omega' = \omega_0' + (\vartheta - \vartheta_0)\, dS \sin\mu\;.$$

II. Berechnung der Vergrösserung

aus den Ein- und Austrittsbeobachtungen seit 1800.

12.

Um das Beobachtungsmaterial zu sammeln, wurden folgende Werke durchgesehen:

A. N. . . . . Astronomische Nachrichten (bis Band 120).
B. J. . . . . Berliner astronomisches Jahrbuch.
M. N. . . . . Monthly Notices (bis Band 44).
Z. M. C. . . ZACH, Monatliche Correspondenz.
Z. C. A. . . ZACH, Correspondance astronomique.
Z. f. A. . . LINDENAU und BOHNENBERGER, Zeitschrift für Astronomie.
Selenogr. . . BEER und MÄDLER, Selenographie.
M. M. . . . . MÄDLER, Ueber Mondfinsternisse, Theil III der Beiträge zur phys. Kenntniss der himmlischen Körper.
O-Gyalla . . Beobachtungen angestellt am astrophysikalischen Observatorium in O-Gyalla (bis Band 8).
Toulouse . . Annales de Toulouse (Band 1 und 2).

Berlin .... Astronomische Beobachtungen auf der Kgl. Sternwarte in Berlin.

Greenwich. Astr. Observations made at the Royal Observatory Greenwich (bis 1886).

Ausserdem gestattete Herr Professor Vogel mir freundlichst die Benutzung der in Potsdam aufbewahrten Schmidt'schen Manuscripte, wofür ich ihm an dieser Stelle noch meinen besonderen Dank ausspreche. Um bei der späteren Berechnung der sehr zahlreichen Schmidt'schen Beobachtungen eine ganz originalgetreue Copie zu besitzen, photographirte ich den in den A. N. noch nicht publicirten Theil des Manuscriptes, ein Verfahren, welches ich für ähnliche Fälle bestens empfehlen kann.

Gleich von Anfang an hatte ich mich darauf beschränkt, nur die Finsternisse seit 1800 der Berechnung zu unterwerfen, da zu vermuthen war, dass die älteren Beobachtungen aus verschiedenen Gründen zu ungenau sein würden. Diese Annahme wurde vollkommen bestätigt durch das Resultat von Brosinsky, welcher fand, dass von den Finsternissen des vorigen Jahrhnnderts nur zwei (1790 Oct. 22 und 1797 Dec. 3) einigermassen genau beohachtet seien, und dass die Beobachtungen desto mehr an Genauigkeit verlieren, je ferner sie liegen. Gegen diese Beschränkung wird also nichts einzuwenden sein.

In den genannten Werken fanden sich nun aus diesem Zeitraume gegen 4400 Beobachtungen von Mondfinsternissen.

Da bei der Beobachtung der meistens sehr undeutlichen Schattengrenze der persönlichen Auffassung des Beobachters ein sehr weiter Spielraum gelassen ist, so wird man im Allgemeinen nur bei Finsternissen, welche von mehreren Beobachtern unabhängig beobachtet sind, durch Mittelbildung einen von persönlichen Fehlern einigermassen freien Werth für die Grösse des Schattens erhalten können. Es zeigte sich nun, dass dieser Anforderung nur 30 Finsternisse mehr oder weniger vollkommen entsprachen, und selbst von diesen mussten nach Vollendung der Rechnung noch zwei ausgeschlossen werden, da das Beobachtungsmaterial nicht ausreichend erschien. Von den genannten 30 Finsternissen waren gegen 4100 Beobachtungen vorhanden, von welchen noch ein kleiner Theil als unbrauchbar verworfen werden musste, weil sich die beobachteten Punkte der Mondoberfläche nicht mit genügender Schärfe feststellen liessen; hierhin gehörten z. B. alle

Beobachtungen der Ein- und Austritte der »Mare«. Endlich wurde noch eine Anzahl einzelner Beobachtungen bei der im § 9 angegebenen Construction als stark misslungen erkannt und ausgeschieden. Nach allen diesen Abzügen blieben im Ganzen 4021 Beobachtungen übrig, für welche dann die Berechnung von ω' ausgeführt wurde.

13.

Die zur Berechnung bestimmten Beobachtungen wurden zunächst auf mittlere Greenwicher Zeit reducirt. Der grösste Theil der Beobachtungen ist in mittlerer Ortszeit gegeben, sodass diese Reduction nur die Anbringung der Längendifferenz erfordert. Bei einigen älteren Finsternissen sind die Beobachtungen in wahrer Zeit und bei einigen neueren in Sternzeit gegeben. In diesen Fällen konnte die Zeitgleichung resp. die Sternzeit im mittleren Mittage aus dem B. J. entnommen werden, da diese Grössen auch schon im Anfange dieses Jahrhunderts mit einer hier vollkommen ausreichenden Genauigkeit bekannt waren.

Die Längenunterschiede gegen Greenwich wurden dem B. J. für 1888 entnommen; erst wenn sich dieselben dort nicht vorfanden, wurde das geographische Verzeichniss der Connaissance des Temps für 1889 oder eine andere Quelle zu Rathe gezogen. Die angenommenen Zeitdifferenzen gegen Greenwich sind folgende:

Ort	Länge	Quelle
Åbo	− 1ʰ29ᵐ 6ˢ41	B. J. 1888
Adelaide	− 9 14 21.3	M. N. 39, 19
Altona	− 0 39 46.35	B. J. 1888
Athen	− 1 34 55	»
Augsburg	− 0 43 36.56	Conn. 1889
Berlin, alte St.. .	− 0 53 34.52	B. J. 1888
» neue St. .	− 0 53 34.91	»
Bern	− 0 29 45.66	»
Bonn	− 0 28 23.29	»
Breslau	− 1 8 8.9	»
Brüssel	− 0 17 28.7	»
Buchholz	− 0 59 9.52	B. J. 1827, 99
Cambridge . . .	− 0 0 22.75	B. J. 1888
Cassel	− 0 37 35.60	Conn. 1889
Catania	− 1 0 36.64	Anm. 1
Christiania. . . .	− 0 42 53.8	B. J. 1888
Danzig	− 1 14 39.6	»
Dorpat	− 1 46 53.5	»
Dresden.	− 0 54 54.84	»
Düsseldorf. . . .	− 0 27 5.0	»

Ort	Länge	Quelle
Eisenberg	− 0h47m50s01	Z.M.C.XIII, 201
Fez	+ 0 20 5.24	Conn. 1889
Genf	− 0 24 36.76	B. J. 1888
Greenwich . . .	0 0 0.00	
Gotha, Seeberg. .	− 0 42 55.86	B. J. 1867
Göttingen	− 0 39 46.4	B. J. 1888
Haag	− 0 17 14.10	Conn. 1889
Hamburg	− 0 39 53.8	B. J. 1888
Hamilton College .	+ 5 1 37.44	»
Havanna	+ 5 29 25.9	Conn. 1889
Heidelberg . . .	− 0 34 48.5	A. N. 118, 283
Hoya	− 0 36 32	A. N. 44, 366
Kiel	− 0 40 35.74	B. J. 1888
Kis-Kartal	− 1 18 11.05	Anm. 2
Königsberg . . .	− 1 21 59.1	B. J. 1888
Kopenhagen . . .	− 0 50 18.92	»
Krakau	− 1 19 50.38	»
Kremsmünster . .	− 0 56 31.64	»
Lancaster	+ 5 5 22.8	Conn. 1889
Leipzig, alte St. .	− 0 49 29.76	B. J. 1861
» neue St. .	− 0 49 34.02	B. J. 1888
Lilienthal	− 0 35 39	Conn. 1889
Lübeck	− 0 42 45.7	B. J. 1888
Lund	− 0 52 45.02	»
Mannheim	− 0 33 50.52	»
Marburg	− 0 35 5.0	»
Mitau	− 1 34 55.56	Conn. 1889
München	− 0 46 26.12	B. J. 1888
Neuchâtel	− 0 27 49.86	»
Ofen	− 1 16 13.10	Conn. 1889
O-Gyalla	− 1 12 45.60	B. J. 1888
Olmütz	− 1 9 8	»
Oxford	+ 0 5 2.6	»
Paris	− 0 9 21.03	»
Paramatta	−10 4 0.2	»
Petersburg . . .	− 2 1 11.4	»
Prag	− 0 57 41.5	»
Quedlinburg . . .	− 0 44 49.8	Conn. 1889
Regensburg . . .	− 0 48 22.96	»
Rom, Coll. Rom. .	− 0 49 55.55	B. J. 1888
San Fernando . .	+ 0 24 49.26	»
Santiago, alte St. .	+ 4 42 33	»
St. Gallen	− 0 37 31.10	»
Stonyhourst . . .	+ 0 9 52.7	»
Strassburg, prov. St.	− 0 31 2.50	»
Tepel	− 0 51 32.0	Anm. 3
Toulouse	− 0 5 50.0	B. J. 1888
Upton	+ 0 14 34	Anm. 4.
Utrecht	− 0 20 31.7	B. J. 1888
Viviers	− 0 18 44	Conn. 1889
Wien, alte St. . .	− 1 5 31.70	B. J. 1888
» geogr. Inst. .	− 1 5 25.9	A. N. 89, 191
Wilna	− 1 41 8.96	B. J. 1888

Bei den Quellenangaben bezeichnet die erste Zahl den Band, die zweite die Seitenzahl.

Anmerkungen: 1. Das im Jahre 1880 von LASAULX herausgegebene Werk: Der Aetna von SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN giebt für das Centrum der Kuppel des Klosters der Benedictiner in Catania den Ort

$$\varphi = +37^\circ 30' 9''.45, \quad \lambda = 32^\circ 48' 36''.92 \text{ östl. v. Ferro.}$$

Für die in den A. N. 21, 219 mit A und B bezeichneten Punkte folgt hieraus nach den daselbst gemachten Angaben

für $B: \varphi = +37^\circ 30' 9''.17$, $\lambda = 32^\circ 48' 37''.68$
und für $A: \varphi = +37\ 30\ 2.85$, $\lambda = 32\ 48\ 54.18 = 1^h 0^m 36^s.64$ östl. v. Gr.

Die Finsterniss wurde am Punkte A beobachtet.

2. Laut brieflicher Mittheilung des Herrn Dr. VON KONKOLY ist die Länge der Sternwarte in Kis-Kartal (Baron VON PODMANICZKY) nach seiner telegraphischen Bestimmung im Jahre 1888

Kis-Kartal östlich von Berlin $24^m 36^s.14$.

Hieraus folgt die oben angegebene Zahl.

3. Für die Längenbestimmung von Tepel in Böhmen fanden sich nach langem Suchen zufällig im vierten Supplement-Band des B. J. pg. 102 folgende recht brauchbare Beobachtungen von DAVID:

1) Uebertragung mittelst eines Chronometers von Emery ergab die Längendifferenz zwischen Tepel und Pilsen $= 1^m 59^s$; hieraus folgt mit der Länge von Pilsen nach Conn. 1889 Tepel östl. v. Greenw. . . . . $51^m 32^s.2$;

2) Blickfeuer ergaben Tepel westlich von Prag $6^m 9^s.2$; hieraus folgt mit der oben angegebenen Länge von Prag 51 32.3;

3) Blickfeuer ergaben Tepel-Pilsen $= 2^m 0^s$; hieraus wie oben 51 31.2.

Als Mittelwerth kann man also $51^m 32^s.0$ annehmen.

4. Die Länge von Upton beruht auf einer brieflichen Mittheilung des Beobachters Herrn SAMUEL JOHNSON.

Die so auf mittlere Greenwicher Zeit reducirten Beobachtungszeiten sind in §§ 16—45 angegeben. Zur Controle der Rechnung wurde diese Uebertragung zweimal ausgeführt.

14.

Nachdem diese Reduction vollendet war, wurden die Zeitpunkte t_1 und t_2 bestimmt, für welche sodann die Mond- und Sonnenörter unabhängig von einander berechnet und durch Differenzen gehörig controlirt wurden. Sämmtliche Mondörter sind nach HANSEN's Mondtafeln, die Sonnenörter nach LEVERRIER's Sonnentafeln berechnet. Von 1863 an konnten die Mondörter und von 1867 an die Sonnenörter aus

dem Nautical Almanac entnommen werden. Von 1850 an wurden an den Mondörtern die Newcomb'schen Verbesserungen angebracht (Newcomb, Corrections to Hansen's Tables of the Moon, Washington 1876).

Für den Halbmesser des Mondes wurde der Werth von Hansen beibehalten, für die Sonnenparallaxe und den Sonnenhalbmesser wurden die jetzigen Annahmen des Berliner Jahrbuches zu Grunde gelegt, nämlich die mittleren Werthe

$$\Pi = 8''85 \qquad H = 16' \, 1''20 \, .$$

Die für t_1 und t_3 berechneten Grössen sind folgende:

Mittlere Greenwicher Zeit		l	b	π	h
1802 September 11.	$t_1 =$ 9ʰ50ᵐ24ˢ0	347°52′19″4	+34′33″0	61′18″9	16′44″1
	$t_3 =$ 11 16 48.0	348 46 57.0	+39 34.5	61 18.4	16 44.0
1804 Januar 26. .	$t_1 =$ 8 40 0.0	125 30 8.9	+47 1.4	57 18.6	15 38.6
	$t_3 =$ 10 0 0.0	126 14 27.2	+42 58.6	57 16.7	15 38.0
1805 Juli 11 . . .	$t_1 =$ 8 24 0.0	288 38 31.8	+11 55.2	54 9.2	14 46.8
	$t_3 =$ 10 19 12.0	289 35 32.2	+17 11.8	54 10.0	14 47.1
1806 Januar 4 . .	$t_1 =$ 11 45 36.0	103 49 12.0	−35 39.1	61 28.1	16 46.6
	$t_3 =$ 13 12 0.0	104 44 6.9	−40 42.4	61 28.3	16 46.7
1809 April 29 . .	$t_1 =$ 11 31 12.0	218 31 38.0	+29 45.7	61 0.1	16 39.0
	$t_3 =$ 13 26 24.0	219 43 46.8	+36 24.5	61 1.5	16 39.4
1811 September 2.	$t_1 =$ 9 50 24.0	339 1 53.1	+45 35.8	61 25.3	16 45.9
	$t_3 =$ 11 16 48.0	339 56 42.4	+40 33.9	61 25.3	16 45.9
1813 August 11. .	$t_1 =$ 14 24 0.0	318 36 5.9	−44 24.7	56 55.1	15 32.1
	$t_3 =$ 15 21 36.0	319 7 35.2	−47 17.3	56 56.5	15 32.5
1816 Juni 9 . . .	$t_1 =$ 12 57 36.0	258 46 35.4	−18 30.0	57 55.3	15 48.6
	$t_3 =$ 15 21 36.0	260 7 58.2	−25 59.8	57 51.7	15 47.6
1816 December 4 .	$t_1 =$ 7 55 12.0	72 15 19.9	+33 4.1	55 39.9	15 11.6
	$t_3 =$ 9 21 36.0	73 0 32.5	+37 13.4	55 41.6	15 12.1
1818 April 20 . .	$t_1 =$ 11 31 12.0	209 51 32.6	+49 16.4	60 28.2	16 30.3
	$t_3 =$ 12 57 36.0	210 44 44.9	+44 24.4	60 29.7	16 30.7
1823 Januar 26. .	$t_1 =$ 4 4 48.0	125 13 10.9	+ 8 55.4	60 29.9	16 30.8
	$t_3 =$ 6 43 12.0	126 50 41.7	− 0 6.6	60 27.0	16 30.0
1841 Februar 5. .	$t_1 =$ 12 57 36.0	136 29 0.6	+ 8 50.7	60 36.3	16 32.5
	$t_3 =$ 15 21 36.0	137 57 58.7	+ 0 36.2	60 33.8	16 31.8
1842 Januar 26 . .	$t_1 =$ 5 2 24.0	125 56 43.2	+33 32.4	61 24.5	16 45.6
	$t_3 =$ 6 28 48.0	126 51 32.0	+38 35.3	61 24.9	16 45.8
1844 Mai 31 . . .	$t_1 =$ 9 36 0.0	249 44 37.1	−22 57.4	61 13.8	16 42.7
	$t_3 =$ 12 0 0.0	251 15 23.3	−14 33.5	61 12.6	16 42.4
1844 November 24.	$t_1 =$ 10 33 36.0	62 18 2.0	+14 7.1	54 0.3	14 44.4
	$t_3 =$ 12 57 36.0	63 28 54.5	+ 7 32.8	53 59.8	14 44.3
1845 November 13.	$t_1 =$ 11 45 36.0	50 56 46.4	−24 13.5	55 45.3	15 13.1
	$t_3 =$ 13 40 48.0	51 57 10.2	−29 47.5	55 42.9	15 12.4

Mittlere Greenwicher Zeit		l	b	π	h
1849 März 8 . . .	t_1 = 12ʰ14ᵐ24ˢ0	167°56′49″0	+31′45″0	56′52″8	15′31″5
	t_3 = 13 40 48.0	168 43 56.8	+36 4.9	56 50.7	15 30.9
1852 Januar 6 . .	t_1 = 16 33 36.0	105 14 46.1	−10 58.1	58 28.8	15 57.7
	t_3 = 17 2 24.0	105 31 22.6	− 9 25.9	58 29.5	15 57.9
1856 October 13 .	t_1 = 10 4 48.0	20 13 4.0	+26 28.2	61 26.2	16 46.1
	t_3 = 12 0 0.0	21 26 11.5	+33 12.9	61 25.9	16 46.0
1858 Februar 27 .	t_1 = 9 36 0.0	158 47 35.1	+49 25.0	57 49.2	15 46.9
	t_3 = 10 48 0.0	159 28 9.7	+45 42.9	57 47.4	15 46.4
1860 Februar 6. .	t_1 = 13 26 24.0	136 52 8.5	−31 42.3	61 21.6	16 44.9
	t_3 = 15 21 36.0	138 5 7.4	−38 25.6	61 22.4	16 45.1
1863 Juni 1 . . .	t_1 = 10 19 12.0	250 10 46.2	+17 56.0	60 39.9	16 33.5
	t_3 = 12 28 48.0	251 31 4.2	+25 21.1	60 42.0	16 34.0
1867 September 13.	t_1 = 11 45 36.0	350 17 3.4	−33 1.0	56 21.9	15 23.1
	t_3 = 13 12 0.0	351 3 23.4	−37 16.4	56 23.8	15 23.6
1876 September 3.	t_1 = 8 52 48.0	341 28 14.7	−46 23.4	55 33.6	15 9.9
	t_3 = 10 4 48.0	342 5 45.8	−42 57.6	55 35.0	15 10.3
1877 Februar 27 .	t_1 = 6 0 0.0	158 34 44.8	+11 8.5	60 48.6	16 35.9
	t_3 = 8 24 0.0	160 4 18.2	+ 2 50.8	60 46.4	16 35.3
1877 August 23. .	t_1 = 9 50 24.0	330 11 43.8	− 7 40.9	53 59.2	14 44.1
	t_3 = 12 43 12.0	331 36 42.6	+ 0 11.5	53 59.6	14 44.2
1878 August 12. .	t_1 = 11 31 12.0	319 42 1.4	+35 10.9	54 57.4	15 0.0
	t_3 = 12 57 36.0	320 26 2.0	+39 13.1	54 56.0	14 59.6
1887 August 3 . .	t_1 = 7 55 12.0	310 44 17.0	+45 21.3	55 38.9	15 11.3
	t_3 = 9 36 0.0	311 36 55.0	+40 32.1	55 36.9	15 10.8
1888 Januar 28. .	t_1 = 10 4 48.0	127 50 5.6	−10 19.3	58 9.2	15 52.4
	t_3 = 12 28 48.0	129 12 17.3	− 2 43.1	58 12.8	15 53.4
1889 Januar 16. .	t_1 = 16 48 0.0	116 57 11.0	+31 30.9	55 8.7	15 3.1
	t_3 = 18 14 24.0	117 41 33.4	+35 37.0	55 10.2	15 3.5

M. Gr. Zt.		A	R	$l-\Omega$	$l-l^0$	l'	b'	C
1802	t_1	348°23′11″2	1.0057473	6°43′5	+1°10′3	+1° 9′2	−0°45′4	+1°31′5
	t_3	348 26 41.6	1.0057310	7 38.3	+1 17.5	+1 16.3	−0 51.8	+1 31.4
1804	t_1	125 46 38.8	0.9848613	170 56.2	+4 53.7	+4 55.1	−1 1.5	−1 31.0
	t_3	125 50 1.9	0.9848684	171 40.6	+4 54.1	+4 55.4	−0 56.3	−1 31.2
1805	t_1	288 58 20.9	1.0165462	2 14.8	−1 39.8	−1 40.2	−0 15.5	+1 32.1
	t_3	289 2 55.5	1.0165426	3 12.1	−1 46.0	−1 46.6	−0 22.3	+1 32.0
1806	t_1	104 2 21.2	0.9832092	186 48.3	−0 33.0	−0 34.1	+0 46.6	−1 31.5
	t_3	104 6 1.3	0.9832105	187 43.4	−0 25.6	−0 26.8	+0 53.1	−1 31.4
1809	t_1	219 10 56.9	1.0080289	5 38.3	−2 19.8	−2 20.7	−0 38.8	+1 31.7
	t_3	219 15 36.1	1.0080493	6 50.7	−2 10.9	−2 12.0	−0 47.4	+1 31.5
1811	t_1	339 28 3.8	1.0082341	171 28.1	+0 6.1	+0 7.5	−0 59.3	−1 31.1
	t_3	339 31 31.1	1.0082189	172 23.1	+0 13.5	+0 14.7	−0 52.8	−1 31.4

M. Gr. Zt.		A	R, von 1867 an log R	$l-\Omega$	$l-l^{\circ}$	l'	b'	C
1813	t_1	318°54′59″.9	1.0128560	188°35′.6	−4°53′.8	−4°55′.1	+0°58′.1	−1°31′.1
	t_3	318 57 18.2	1.0128487	189 7.2	−4 54.0	−4 55.4	+1 1.9	−1 31.0
1816 I	t_1	258 57 18.5	1.0156415	183 28.0	+4 51.0	+4 50.4	+0 24.0	−1 32.0
	t_3	259 3 2.3	1.0156517	184 49.7	+4 53.4	+4 52.6	+0 33.7	−1 31.8
1816 II	t_1	72 37 53.0	0.9849472	6 21.6	−4 18.1	−4 19.1	−0 43.3	+1 31.6
	t_3	72 41 32.3	0.9849393	7 7.0	−4 20.4	−4 21.6	−0 48.6	+1 31.5
1818	t_1	210 15 11.5	1.0056136	170 33.3	−3 13.6	−3 12.1	−1 4.4	−1 30.9
	t_3	210 18 41.9	1.0056297	171 26.7	−3 7.8	−3 6.5	−0 58.1	−1 31.1
1823	t_1	125 58 32.9	0.9848791	178 8.7	+2 56.1	+2 56.4	−0 11.9	−1 32.1
	t_3	126 5 15.0	0.9848929	179 43.6	+3 6.7	+3 6.7	−0 0.3	−1 32.1
1841	t_1	137 8 30.2	0.9864554	178 7.9	+2 45.0	+2 45.3	−0 11.8	−1 32.1
	t_3	137 14 34.6	0.9864728	179 37.1	+2 54.9	+2 54.9	−0 1.2	−1 32.1
1842	t_1	126 25 4.2	0.9848576	186 22.4	−1 3.6	−1 4.7	+0 43.7	−1 31.6
	t_3	126 28 43.6	0.9848653	187 17.4	−0 56.2	−0 57.4	+0 50.3	−1 31.4
1844 I	t_1	250 26 49.9	1.0144646	355 30.7	+1 14.3	+1 15.0	+0 30.2	+1 31.9
	t_3	250 32 34.4	1.0144790	357 1.8	+1 26.0	+1 26.5	+0 19.4	+1 32.0
1844 II	t_1	62 48 57.5	0.9865497	177 26.6	+1 2.8	+1 3.3	−0 18.2	−1 32.0
	t_3	62 55 1.9	0.9865319	178 37.8	+0 54.6	+0 54.9	−0 9.7	−1 32.1
1845	t_1	51 30 22.8	0.9887560	184 50.2	+4 35.3	+4 34.5	+0 31.9	−1 31.8
	t_3	51 35 13.0	0.9887385	185 50.9	+4 32.5	+4 31.6	+0 39.2	−1 31.6
1849	t_1	168 20 59.7	0.9934522	5 58.0	+4 42.6	+4 41.6	−0 41.3	+1 31.6
	t_3	168 24 35.3	0.9934683	6 45.3	+4 42.3	+4 41.2	−0 46.9	+1 31.5
1852	t_1	106 5 59.8	0.9832813	358 1.8	−4 45.5	−4 45.1	+0 14.2	+1 32.1
	t_3	106 7 13.1	0.9832819	358 18.4	−4 44.7	−4 44.4	+0 12.1	+1 32.1
1856	t_1	20 45 23.0	0.9967097	5 13.9	+0 29.3	+0 28.5	−0 34.9	+1 31.8
	t_3	20 50 8.6	0.9966869	6 27.3	+0 39.1	+0 38.1	−0 43.5	+1 31.6
1858	t_1	159 2 52.2	0.9910490	170 23.4	+4 46.5	+4 48.0	−1 4.8	−1 30.9
	t_3	159 5 52.8	0.9910614	171 4.1	+4 47.6	+4 49.0	−1 0.0	−1 31.0
1860	t_1	137 32 59.8	0.9864688	186 1.1	−1 19.3	−1 20.3	+0 41.3	−1 31.6
	t_3	137 37 51.3	0.9864827	187 14.4	−1 9.6	−1 10.8	+0 50.0	−1 31.5
1863	t_1	250 51 40.7	1.0144432	3 17.7	−2 54.9	−2 55.5	−0 23.2	+1 32.0
	t_3	250 56 50.9	1.0144560	4 48.3	−2 45.7	−2 46.5	−0 33.1	+1 31.8
1867	t_1	350 40 43.6	0.0023710	186 25.9	−4 39.7	−4 40.7	+0 43.3	−1 31.6
	t_3	350 44 14.0	0.0023640	187 12.5	−4 40.7	−4 41.9	+0 48.8	−1 31.5
1876	t_1	341 38 8.9	0.0034339	351 11.8	−4 7.2	−4 5.8	+1 0.5	+1 31.1
	t_3	341 41 3.4	0.0034284	351 49.5	−4 9.2	−4 7.9	+0 56.1	+1 31.2

M. Gr. Zt.		A	log R	$l-\Omega$	$l-l^{\circ}$	l'	b'	C
1877 I	t_1	159°18′ 0″.2	9.9960769	177°40′.4	+2°20′.9	+2°21′.3	−0°14′.8	−1°32′.1
	t_3	159 24 1.3	9.9960877	179 10.3	+2 31.3	+2 31.4	−0 4.1	−1 32.1
1877 II	t_1	330 48 2.7	0.0045786	358 40.2	−0 22.1	−0 21.8	+0 9.8	+1 32.1
	t_3	330 54 59.4	0.0045672	0 5.6	−0 31.9	−0 31.9	−0 0.3	+1 32.1
1878	t_1	320 3 14.8	0.0055421	6 55.4	+3 46.2	+3 45.1	−0 46.3	+1 31.5
	t_3	320 6 42.3	0.0055374	7 39.6	+3 42.8	+3 41.6	−0 51.5	+1 31.4
1887	t_1	311 5 57.2	0.0062054	171 32.3	+4 33.4	+4 34.8	−0 58.9	−1 31.2
	t_3	311 9 58.5	0.0062011	172 25.2	+4 30.7	+4 31.9	−0 52.6	−1 31.4
1888	t_1	128 29 13.9	9.9934540	358 3.7	−4 55.8	−4 55.4	+0 13.4	+1 32.1
	t_3	128 35 19.4	9.9934599	359 26.2	−4 52.7	−4 52.6	+0 3.6	+1 32.1
1889	t_1	117 20 12.0	9.9929234	5 56.4	−3 56.8	−3 57.8	−0 41.0	+1 31.6
	t_3	117 23 51.8	9.9929256	6 41.0	−3 59.9	−4 1.0	−0 46.3	+1 31.5

Für den einen Zeitpunkt t_2 wurden folgende Grössen berechnet:

Finsterniss	D_2	H_2	Π_2	ε_2	Finsterniss	D_2	H_2	Π_2	ε_2
				23°27′					23°27′
1802	+ 4°35′.2	15′55″.7	8″.8	53″.6	1845	− 18° 9′.9	16′12″.1	9″.0	27″.2
1804	− 18 50.5	16 16.0	9.0	60.0	1849	− 4 35.9	16 7.5	8.9	23.9
1805	+ 22 6.9	15 45.6	8.7	55.2	1852	− 22 29.1	16 17.5	9.0	27.7
1806	− 22 43.3	16 17.6	9.0	53.4	1856	− 8 7.6	16 4.4	8.9	37.9
1809	+ 14 34.9	15 53.5	8.8	43.5	1858	− 8 10.5	16 9.9	8.9	37.4
1811	+ 8 1.0	15 53.4	8.8	41.4	1860	− 15 34.5	16 14.4	9.0	33.1
1813	+ 15 9.7	15 49.0	8.7	43.3	1863	+ 22 5.7	15 47.5	8.7	21.4
1816 I	+ 23 0.5	15 46.4	8.7	49.6	1867	+ 3 41.1	15 56.0	8.8	15.0
1816 II	− 22 20.3	16 15.9	9.0	50.9	1876	+ 7 11.7	15 53.6	8.8	28.6
1818	+ 11 35.0	15 55.8	8.8	54.4	1877 I	− 8 4.2	16 9.9	8.9	28.0
1823	− 18 47.0	16 16.0	9.0	50.0	1877 II	+ 11 10.6	15 51.1	8.8	27.0
1841	− 15 41.8	16 14.4	9.0	43.0	1878	+ 14 48.0	15 49.0	8.7	24.6
1842	− 18 40.7	16 16.0	9.0	40.0	1887	+ 17 26.6	15 47.6	8.7	6.8
1844 I	+ 22 2.4	15 47.5	8.7	31.6	1888	− 18 8.2	16 15.8	9.0	7.7
1844 II	− 20 44.9	16 14.3	9.0	30.0	1889	− 20 41.9	16 17.0	9.0	9.7

Aus diesen Elementen ergaben sich nach den Formeln des § 8 die folgenden Bestimmungsstücke der 30 Finsternisse:



Finsterniss	$t_{☊}$	t_0	ν	e	log dS	q	ω_{a_2}	u	f
1802	10h42m33s8	10h36m22s7	+5°36.′9	+37′24.″2	9.774165	+23° 2′	45′31.″7	12.″3	17.″9
1804	9 12 15.3	9 20 56.8	−5 38.9	+45 10.3	9.740959	−14 15	44 10.6	10.4	15.6
1805	9 7 32.7	9 4 29.9	+5 44.8	+13 50.7	9.660345	+ 8 3	38 32.7	9.4	14.0
1806	12 7 46.6	12 1 44.5	−5 38.0	−36 46.2	9.775255	− 6 1	45 19.6	10.6	18.0
1809	12 38 18.3	12 32 42.4	+5 37.5	+33 28.3	9.769904	−18 35	45 16.1	11.5	17.7
1811	10 34 27.7	10 41 29.6	−5 35.9	+42 49.5	9.775963	+22 7	45 40.7	12.2	18.0
1813	15 1 18.2	14 52 23.2	−5 37.8	−46 3.1	9.706812	+18 7	41 15.5	10.7	15.4
1816 I	13 18 0.1	13 14 20.9	−5 39.5	−19 28.0	9.722568	− 4 44	42 15.8	9.9	16.0
1816 II	8 42 5.3	8 34 49.1	+5 42.6	+35 8.9	9.684271	+ 7 22	39 33.9	9.6	14.8
1818	12 12 18.7	12 20 13.8	−5 35.6	+46 44.1	9.761901	−20 33	44 42.0	11.7	17.4
1823	5 23 55.9	5 24 41.4	−5 40.9	+ 4 23.3	9.760525	−14 19	44 21.4	11.0	17.4
1841	14 6 12.3	14 7 2.8	−5 40.7	+ 4 53.7	9.762302	−17 40	44 29.6	11.3	17.5
1842	5 50 16.9	5 44 17.0	−5 38.1	−36 9.8	9.774492	−14 27	45 17.7	11.1	18.0
1844 I	10 47 29.4	10 50 36.1	+5 38.5	−18 41.7	9.773310	− 8 15	45 34.4	10.6	17.9
1844 II	11 42 19.2	11 44 46.2	−5 47.4	+10 55.5	9.655445	+11 12	37 54.7	9.5	13.9
1845	12 55 16.9	12 49 36.4	−5 43.3	−27 27.3	9.685478	+15 6	39 41.0	10.2	14.8
1849	13 2 23.0	12 55 42.3	+5 40.9	+33 59.2	9.704480	−23 2	40 53.2	11.4	15.4
1852	18 9 29.2	18 10 34.2	+5 42.2	− 5 49.4	9.729907	− 6 52	42 20.7	10.1	16.3
1856	10 59 15.4	10 54 22.4	+5 38.1	+29 30.9	9.775485	+22 5	45 30.5	12.2	18.0
1858	10 5 17.7	10 14 15.4	−5 37.6	+47 40.7	9.749568	−22 4	41 47.3	11.4	15.9
1860	14 35 29.3	14 29 35.0	−5 38.1	−35 33.8	9.773947	−17 46	45 16.6	11.5	17.9
1863	11 29 46.0	11 26 3.6	+5 38.4	+21 52.0	9.765316	− 8 5	45 2.2	10.5	17.5
1867	12 33 21.2	12 26 19.8	−5 40.6	−35 11.8	9.697336	+23 11	40 35.6	11.3	15.1
1876	9 13 24.1	9 22 40.3	+5 39.6	−45 11.2	9.683991	+22 23	39 49.5	11.1	14.7
1877 I	7 14 33.8	7 15 43.4	−5 40.3	+ 6 48.8	9.765654	−22 6	44 46.5	12.0	17.6
1877 II	11 10 48.9	11 11 42.2	+5 45.7	− 3 59.9	9.656946	+20 45	38 17.1	10.5	13.9
1878	12 16 25.1	12 8 35.2	+5 44.1	+37 6.7	9.673636	+18 24	39 16.4	10.4	14.4
1887	8 40 8.1	8 48 55.9	−5 39.7	+42 59.8	9.685404	+15 56	39 59.0	10.2	14.7
1888	11 18 51.4	11 20 3.4	+5 42.3	− 6 22.8	9.725197	−15 7	42 4.2	10.6	16.1
1889	17 36 50.9	17 29 41.2	+5 45.2	+33 39.8	9.675380	−11 17	39 1.4	9.8	14.5

Um vor Rechenfehlern vollständig gesichert zu sein, wurden alle diese Grundlagen doppelt berechnet.

An mehreren Stellen weichen obige Zahlen beträchtlich von den Elementen BROSINSKY's ab. Besonders starke Differenzen zeigt die Libration in Länge bei den Finsternissen 1844 II, 1863 und 1888. In diesen Fällen habe ich mich durch nochmalige Revision der Rechnung überzeugt, dass sich auf meiner Seite kein Rechenfehler befand.

15.

Auf Grund der vorstehenden Elemente wurden nun nach der in § 9 gegebenen Anleitung die Finsternisse zur Ermittelung des Winkels φ und zur vorläufigen Sichtung des Materials graphisch dargestellt. Wie bereits bemerkt wurde, zeigten sich schon bei dieser rohen Construction eine Anzahl Beobachtungen als sehr stark misslungen. Abgesehen von einer verschwindend kleinen Zahl von Fällen, in welchen vielleicht Schreib- oder Druckfehler vorliegen, sind alle diese grossen Fehler durch Verwechselung des beobachteten Objectes mit einer anderen Mondformation entstanden. Bei der späteren Durchsicht der berechneten Werthe ω' wurde es sodann zur Gewissheit, dass leider ein sehr grosser Theil der Beobachtungen durch derartige Verwechselungen entstellt ist. Es zeigt sich dies ganz deutlich darin, dass häufig die Angaben eines Beobachters bis auf wenige Ausnahmen sehr gut übereinstimmende Werthe von ω' ergeben, während diese einzelnen Beobachtungen dann äusserst stark und ganz regellos abweichen. In den meisten Fällen konnte man diese misslungenen Beobachtungen leicht erkennen und ausscheiden. In anderen Fällen muss man jedoch leider zu der Ueberzeugung kommen, dass der betreffende Beobachter den allergrössten Theil seiner beobachteten Objecte mit falschen Namen bezeichnet hat; nur hierdurch und nicht durch die Unbestimmtheit der Schattengrenze erklärt sich der unglaublich grosse wahrscheinliche Fehler einzelner Beobachtungsreihen. Dass nicht die Verwaschenheit der Schattengrenze der Grund dieser grossen Differenzen ist, erkennt man ganz deutlich daran, dass erstens von derselben Finsterniss gut übereinstimmende Reihen anderer Beobachter vorhanden sind, und dass zweitens selbst in jenen sonst unbrauchbaren Reihen diejenigen Objecte, bei denen eine Verwech-

selung so zu sagen unmöglich ist, wie etwa Tycho oder die Mondränder, ganz plausibele Werthe von ω' ergeben. Der Grund dieser mangelhaften Beobachtungen dürfte darin liegen, dass häufig der Beobachter jede besondere Vorbereitung unterlassen hat und sich dann auf der Mondoberfläche nicht schnell genug orientiren kann. In einzelnen Fällen mögen die genannten grossen Fehler vielleicht auch durch ungünstige Witterung am Beobachtungsorte veranlasst sein; doch auch in diesem Falle sind die Beobachtungen als sehr unzuverlässig zu bezeichnen und bei der Mittelbildung fortzulassen. Alle diese Ausscheidungen sind im Folgenden durch Einklammern [ ] angezeigt.

Durch diese Bemerkungen erklären sich im Allgemeinen die vorgenommenen Ausschliessungen einzelner Beobachtungen, sowie auch ganzer Reihen. Häufig bezeichnen die Beobachter selbst einige ihrer Beobachtungen als »unsicher«, was sich sowohl auf den angegebenen Namen des Objectes, als auch auf die Zeitbestimmung beziehen kann. Ich habe diese Bemerkungen im Folgenden stets beigefügt, doch die Beobachtungen nur dann fortgelassen, wenn dieselben auch besonders stark von den übrigen abwichen.

Die meisten Beobachter geben ausser dem Namen des Objectes auch noch den beobachteten Theil desselben an, was durch die Zusätze »Rand I«, »Mitte« und »Rand II« oder kurz »I«, »M« und »II« zu geschehen pflegt. Es ist sehr zu wünschen, dass alle Beobachter diese Regel befolgen möchten. In allen Fällen, wo der Beobachter eine solche Angabe unterlassen hat, habe ich die Beobachtungen bei den »Mitten« eingereiht und sie durch ein beigesetztes ? markirt.

In der nun folgenden Zusammenstellung der 4021 Resultate ist wie bisher ϑ die mittlere Greenwicher Zeit der Beobachtung, χ der Winkel des beobachteten Schattenhalbmessers mit der kleinen Axe der Schattenellipse,

$$\sigma = \frac{1}{dS \sin \mu},$$

$V = \omega' - \omega$ die beobachtete Vergrösserung und endlich R die Abweichung der einzelnen V von dem arithmetischen Mittel V_1 jeder Reihe, wobei Eintritte und Austritte getrennt behandelt sind. Die Werthe von V_1 folgen in § 46.

16.

Mondfinsterniss am 11. September 1802.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Breslau.	Eintritt							
1. Prof. JUNGNITZ	☾ Rand	I	$9^h 11^m 56^s$	−2.09	277°.9	+ 20″	0″	
Breslau.	Eintritt							
2. Just. JUNGNITZ	☾ Rand	I	9 10 47	−2.09	277.9	+ 53	0	
Breslau.	Eintritte							
3. SCHIEBEL . .	☾ Rand	I	9 12 1	−2.09	277.9	+ 17	−41	
	Tycho	M	27 26	−2.02	274.9	+ 98	+40	?
						115		
Greenwich.	Eintritt							
4. MASKELYNE .	☾ Rand	I	9 11 49	−2.09	277.9	+ 23	0	
Kopenhagen.	Eintritt							
5.	☾ Rand	I	9 11 21	−2.09	277.9	+ 37	0	
	Austritt							
	☾ Rand	II	12 0 30	+2.10	24.7	+ 22	0	
Lilienthal.	Austritte							
6. HARDING . .	Manilius	M	11 16 20	+3.60	359.2	+116	+30	?
	Dionys	M	26 18	+3.09	4.3	+ 51	−35	?
	Censorinus	I	33 47	+3.04	5.0	+ 45	−41	
		II	35 56	+2.95	6.2	+ 84	− 2	
	Tycho	II	40 56	+2.01	28.2	+ 94	+ 8	
	Petavius	M	50 14	+2.45	14.7	[− 77]		?
	Langrenus	II	51 17	+2.64	10.9	+ 96	+10	
	☾ Rand	II	12 3 50	+2.10	24.7	+117	+31	»unsicher«
						603		
Lilienthal.	Austritte							
7. LUEDER . . .	Censorinus	I	11 33 50	+3.04	5.0	+ 46	−31	
		II	37 57	+2.95	6.2	+ 84	+ 7	
	Tycho	II	44 8	+2.01	28.2	+100	+23	
	Petavius	M	50 19	+2.45	14.7	[− 75]		?
	Langrenus	II	51 19	+2.64	10.9	+ 96	+19	
	☾ Rand	II	12 1 52	+2.10	24.7	+ 61	−16	
						387		
Lund.	Eintritte							
8. LIEDTGREN .	☾ Rand	I	9 11 8	−2.09	277.9	+ 43	−24	
	Grimaldi	I	17 12	−2.41	287.0	+ 20	−47	
	Galilei	I	24 23	−2.88	295.6	+112	+45	
	Tycho	I	29 56	−2.03	275.3	[+ 4]		
	Kepler	I	33 46	−2.85	295.2	+ 49	−18	
	Aristarch	I	42 21	−4.03	306.7	+ 75	+ 8	
	Copernicus	II	40 23	−3.09	298.5	[+149]		
	Pytheas	M	50 33	−3.84	305.5	+102	+35	?
	Dionys	I	59 31	−3.00	297.4	+ 75	+ 8	
	Manilius	I	10 3 19	−3.70	304.3	+ 67	0	
	Menelaus	I	8 55	−3.95	306.2	+ 70	+ 3	
	Plinius	I	13 25	−4.11	307.3	+ 54	−13	
						667		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritte							
	Aristarch	M	10h 51m 35s	+3.77	357°.9	[+131″]		?
	Pytheas	M	53 50	+4.57	353.0	+ 16	− 3″	?
	Kepler	I	11 0 37	+3.15	5.3	+ 34	+15	
	Grimaldi	II	3 51	+2.45	14.8	+ 6	−13	
	☾Rand	II	56 11	+2.10	24.7	[−102]		
						56		
Mitau.	Eintritte							
9. Beitler . .	☾Rand	I	9 10 0	−2.09	277.9	+ 75	+15	
	Grimaldi	I	15 25	−2.41	287.0	+ 64	+ 4	
		II	18 21	−2.52	289.5	+ 65	+ 5	
	Riccioli	I	17 15	−2.50	289.1	+ 35	−25	
		II	18 21	−2.60	291.0	+ 74	+14	
	Tycho	I	28 5	−2.03	275.3	+ 59	− 1	
		M	29 15	−2.02	274.9	+ 44	−16	
		II	29 59	−2.03	275.5	+ 47	−13	
	Kepler	I	28 26	−2.85	295.2	[+161]		
		II	29 39	−2.77	294.5	[+154]		
	Reinhold	I	37 9	−2.79	294.4	+ 72	+12	
		II	39 35	−2.91	295.9	+ 46	−14	
	Aristarch	I	43 29	−4.03	306.7	+ 59	− 1	
		II	44 43	−4.23	308.0	+ 66	+ 6	
	Copernicus	I	43 13	−3.10	298.6	+ 53	− 7	
		M	43 59	−3.16	299.2	+ 60	0	
		II	45 9	−3.09	298.5	+ 57	− 3	
	Pytheas	I	52 52	−4.07	307.0	+ 60	0	
	Manilius	I	10 2 36	−3.70	304.3	+ 79	+19	
		II	5 16	−3.90	305.9	+ 60	0	
	Menelaus	I	7 45	−3.95	306.2	+ 88	+28	
		II	10 22	−4.17	307.6	+ 70	+10	
	Firmicus	I	25 20	−3.76	304.9	+ 38	−22	
		II	26 49	−3.94	306.2	+ 43	−17	
	Austritte					1314		
	Aristarch	I	43 45	+4.66	352.6	+ 28	−12	
		II	44 39	+4.50	353.4	+ 19	−21	
	Pytheas	I	48 53	+5.44	349.4	[− 36]		
		II	50 46	+5.06	350.8	[− 27]		
	Riccioli	I	59 39	+2.61	11.5	+ 74	+34	
	Grimaldi	I	11 1 19	+2.57	12.4	+ 45	+ 5	
	Manilius	I	9 55	+4.20	355.0	+ 28	−12	
		II	12 16	+3.95	356.6	+ 38	− 2	
	Menelaus	I	10 23	+4.58	353.0	+ 30	−10	
		II	13 20	+4.22	354.9	+ 53	+13	
	Petavius	II	50 36	+2.43	15.2	[−101]		
	☾Rand	II	12 1 24	+2.10	24.7	+ 48	+ 8	»zweifelhaft«
						363		
Viviers.	Eintritt							
10. Flaugergues.	☾Rand	I	9 11 4	−2.09	277.9	+ 45	0	
	Austritt							
	☾Rand	II	12 0 32	+2.10	24.7	+ 23	0	

1. Breslau, Prof. JUNGNITZ; Achromat, 40fache Vergr. }
2. » Justit. JUNGNITZ; Achromat, 80fache Vergr. } B. J. 1808, 208.
3. » Kaufmann SCHIEBEL; Spiegeltelescop }
4. Greenwich, MASKELYNE . . . Z. M. C. 27, 156 und B. J. 1812, 157.
5. Kopenhagen . . . . Z. M. C. 8, 334.
6. Lilienthal, HARDING; 3füss. Achromat }
7. » LUEDER; 7füss. Telescop, 84fache Vergr. } B. J. 1805, 257.
8. Lund, LIEDTGREN . . . . B. J. Suppl. IV, 93.
9. Mitau, Prof. BEITLER; 40fache Vergr. . . . . B. J. 1806, 146.
10. Viviers, FLAUGERGUES . . . . Z. C. A. 1, 188.

In Breslau anfangs Nebel, dann Wolken. SCHIEBEL mass am Mikrometer des Quadranten noch sieben Sichelbreiten. In Kopenhagen fast beständig dünne Wolken, kurz vor dem Ende wurde es heiter. In Lilienthal wurde der Anfang durch Wolken verdeckt; »der Erdschatten war sehr hell, von lichtgrauer Farbe, der Halbschatten fast gar nicht zu erkennen«.

Eigentlich ist nur die Reihe von BEITLER als hinreichend zuverlässig zu betrachten, doch darf man nach einigen Ausschliessungen auch die anderen mit zur Mittelbildung verwenden.

Berechnet sind 76 Radien,
ausgeschlossen . . . 11 » ,
also benutzt . . . . 65, nämlich 39 Eintritte und 26 Austritte.

17.

Mondfinsterniss am 26. Januar 1804.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte							
1. BODE . . .	☾Rand	I	8h 8m24s	−3.15	341°7	[+112″]		»ungewiss«
	Tycho	M	25 16	−3.41	345.1	+ 85	+ 3″	
	Bulliald	M	43 20	−6.86	3.4	+ 81	− 1	
	Langrenus	M	9 27 18	−9.03	7.5	+ 81	− 1	?
	Austritte					247		
	Tycho	M	56 48	+3.39	54.0	+ 46	+ 1	
	Langrenus	M	58 45	+6.83	36.4	+ 35	−10	?
	Snellius	M	10 20 50	+3.84	50.4	+ 67	+22	?
	☾Rand	II	29 22	+3.14	58.2	+ 31	−14	
						179		
Breslau.	Eintritt							
2. HOFFMANN. .	☾Rand	I	8 11 13	−3.15	341.7	+ 59	0	
	Austritt							
	☾Rand	II	10 28 9	+3.14	58.2	+ 8	0	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Breslau.	Eintritt							
3. Jungnitz . .	☾Rand	I	8h 41m 18s	−3.15	341°.7	+ 57″	0″	
	Austritt							
	☾Rand	II	10 30 36	+3.14	58.2	+ 54	0	
Breslau.	Eintritt							
4. Schiebel . .	☾Rand	I	8 9 43	−3.15	341.7	+ 87	0	
Fez.	Austritte							
5. Ali-Beik-Abd-	Schickard	M	9 42 15	+3.71	51.5	+ 43	− 1	?»zweifelhaft«
allah	☾Rand	II	10 30 5	+3.14	58.2	+ 44	0	»sehr genau«
						87		
Haag.	Eintritte							
6. v. Krayenhoff	☾Rand	I	8 11 35	−3.15	341.7	+ 52	−34	
	Tycho	I	23 16	−3.39	344.9	+103	+17	
		II	25 26	−3.48	345.9	+104	+18	
	Austritte					259		
	Tycho	I	9 57 22	+3.55	53.1	+ 83	+13	
		II	10 0 15	+3.45	54.3	+ 88	+18	
	☾Rand	II	29 43	+3.14	58.2	+ 38	−32	
						209		
Hamburg.	Austritt							
7. Eimbke . . .	☾Rand	II	10 31 51	+3.14	58.2	+ 64	0	
Leipzig.	Eintritte							
8. Rüdiger . .	☾Rand	I	8 11 31	−3.15	341.7	+ 53	−40	
	Tycho	II	25 43	−3.48	345.9	+ 99	+ 6	
	Pitatus	II	34 41	−4.46	354.1	+101	+ 8	
	Bulliald	II	45 34	−6.53	2.6	+ 78	−15	
	Fracastor	II	57 1	−4.54	354.5	+136	+43	
	Austritte					467		
	Tycho	II	9 56 42	+3.45	54.3	+ 26	−23	
	Fracastor	II	10 6 32	+4.73	44.2	+ 60	+11	
	☾Rand	II	30 57	+3.14	58.2	+ 61	+12	
						147		
Lund.	Eintritte							
9. Liedtgren .	☾Rand	I	8 17 2	−3.15	341.7	[− 52]		
	Tycho	M	23 15	−3.41	345.1	+121	+ 4	?
	Pitatus	M	32 2	−4.22	352.5	+118	+ 1	?
	Snellius	M	52 32	−3.54	346.5	+144	+27	?
	Langrenus	I	9 21 42	−6.98	3.7	+ 84	−33	
	Austritte					467		
	Tycho	I	59 17	+3.55	53.1	+115	+ 3	
		II	10 4 18	+3.45	54.3	+158	+46	
	Langrenus	M	11 6	+6.83	36.4	+144	+32	?
	☾Rand	II	29 23	+3.14	58.2	+ 31	−81	
						448		
Paris.	Austritte							
10. Bouvard . .	Tycho	M	9 57 19	+3.39	54.0	+ 55	− 5	
	☾Rand	II	10 31 5	+3.14	58.2	+ 64	+ 4	
						119		
Paris.	Austritt							
11. Lalande . .	☾Rand	II	10 30 38	+3.14	58.2	+ 55	0	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Quedlinburg.	Eintritte							
12. FRITSCH . .	☾Rand	I	8h 11m 16s	− 3.15	341°7	+ 58″	−27″	
	Tycho	I	24 36	− 3.39	344.9	+ 79	− 6	
		II	26 31	− 3.48	345.9	+ 85	0	
	Gassendi	I	43 26	− 9.99	8.7	+ 87	+ 2	
		II	45 56	−12.00	10.6	+118	+33	
	Austritte					427		
	Tycho	I	9 53 26	+ 3.55	53.1	+ 16	−14	
		II	55 23	+ 3.45	54.3	+ 3	−27	
	☾Rand	II	10 31 26	+ 3.14	58.2	+ 71	+41	
						90		
Regensburg.	Austritt							
13. HEINRICH . .	☾Rand	II	10 31 37	+ 3.14	58.2	+ 74	0	
Seeberg.	Austritt							
14. BÜRG. . . .	☾Rand	II	10 31 25	+ 3.14	58.2	+ 70	0	
Seeberg.	Austritt							
15. Graf SCHMETTAU	☾Rand	II	10 31 28	+ 3.14	58.2	+ 71	0	
Utrecht.	Eintritte							
16. WAGNER . .	☾Rand	I	8 13 26	− 3.15	341.7	[+ 16]		»sehr unge-
	Bulliald	II	38 18	− 6.53	2.6	+146	0	wiss«
	Austritte							
	Tycho	M	10 1 34	+ 3.39	54.0	+131	− 9	?
	Purbach	M	9 57 24	+ 4.04	48.7	+188	+48	?
	Langrenus	M	10 17 23	+ 6.83	36.4	+199	+59	?
	☾Rand	II	29 56	+ 3.14	58.2	+ 42	−98	»gewiss«
						560		
Viviers.	Austritt							
17. FLAUGERGUES.	☾Rand	II	10 29 12	+ 3.14	58.2	+ 28	0	
Wien.	Austritte							
18. SEEBER . . .	Tycho	I	9 57 19	+ 3.55	53.1	+ 82	+20	
		M	57 49	+ 3.39	54.0	+ 64	+ 2	
		II	58 54	+ 3.45	54.3	+ 64	+ 2	
	☾Rand	II	10 29 48	+ 3.14	58.2	+ 39	−23	
						249		
Wien.	Austritte							
19. TRIESNECKER .	Tycho	II	9 58 52	+ 3.45	54.3	+ 63	+12	
	☾Rand	II	10 29 48	+ 3.14	58.2	+ 39	−12	
						102		

1. Berlin, BODE . . . . B. J. 1808, 94.
2. Breslau, HOFFMANN; Achromat, 80fache Vergr. }
3. » JUNGNITZ; Achromat, 40fache Vergr. } . . . B. J. 1808, 211.
4. » SCHIEBEL; Achromat, 60fache Vergr. }
5. Fez, ALI-BEIK-ABD-ALLAH . . . . Z. M. C. 12, 176.
6. Haag, VON KRAYENHOFF . . . . Z. M. C. 9, 338.
7. Hamburg, EIMBKE . . . . B. J. 1807, 255.
8. Leipzig, RÜDIGER; 3½füss. Dollond, 59fache Vergr. . . . Z. M. C. 9, 253.
9. Lund, LIEDTGREN . . . . Suppl. IV, 93.

10. Paris, Bouvard . . . . Suppl. IV, 207.
11. Paris, La Lande . . . . Z. M. C. 9, 254.
12. Quedlinburg, Pastor Fritsch . . . . B. J. 1807, 203.
13. Regensburg, Prof. Heinrich . . . . Z. M. C. 9, 254.
14. Seeberg, Bürg
15. » Graf Schmettau } . . . . Z. M. C. 9, 253.
16. Utrecht, Wagner . . . . Z. M. C. 9, 338.
17. Viviers, Flaugergues . . . . Z. C. A. 1, 188.
18. Wien, Seeber
19. » Triesnecker } . . . . B. J. 1808, 124.

In Berlin anfangs Wolken, nach der Mitte völlig heiter. In Breslau war der Himmel dunstig und die Instrumente wurden durch Wind erschüttert. Am Mikrometer des Quadranten wurden noch sechs Sichelbreiten gemessen. Die drei Beobachter in Breslau unterscheiden Eintritt in den »Halbschatten« und in den Kernschatten; doch sind beide Momente nur um 3^m getrennt, so dass sich also sicher beide Beobachtungen auf die Grenze des Kernschattens beziehen. Ich nehme aus derartigen Beobachtungen immer das arithmetische Mittel. In Hamburg zuerst Wolken. In Leipzig war der Himmel etwas dunstig. In Paris wurden die Beobachtungen durch Wolken gestört. In Regensburg anfangs Wolken; es wurden noch 6 Sichelbreiten gemessen.

Berechnet sind 66 Radien. Fast überall war das Wetter ungünstig; jeder der Beobachter liefert nur ganz wenige Beobachtungen, und diese weichen noch dazu so ungemein stark von einander ab, dass es unmöglich ist, aus allen irgend einen plausibelen Mittelwerth abzuleiten. Bei den weiteren Rechnungen wird daher diese Finsterniss fortgelassen.

18.

Mondfinsterniss am 11. Juli 1805.

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Austritte						
1. Bode	Tycho M	$10^h 25^m 17^s$	+2.20	78°6	[− 61″]		
	Censorinus M	42 12	+2.36	64.9	+ 37	− 5″	? } »äusserst unsicher«
	Langrenus I	53 12	+2.33	63.8	+ 38	− 4	
	☾ Rand II	58 57	+2.26	69.2	+ 51	+ 9	»sicherer«
					126		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
San Fernando.	Austritte							
2. (3 Beobachter).	☾ Rand	I	9ʰ 44ᵐ 27ˢ	+2.70	48°2	[− 47″]		
	Aristarch	M	58 48	+2.47	56.2	+ 53	+ 2″	
	Grimaldi	M	58 45	+2.27	68.2	+ 45	− 6	
		II	59 48	+2.26	69.0	+ 32	−19	
	Plato	II	10 6 6	+2.82	44.8	+ 51	0	»etwas zu
	Gassendi	M	12 4	+2.21	71.7	+ 68	+17	spät«
	Manilius	M	26 8	+2.45	57.1	+ 46	− 5	
	Tycho	I	28 35	+2.20	78.6	+ 55	+ 4	
		M	29 24	+2.20	78.6	+ 51	0	
		II	30 16	+2.20	78.7	+ 52	+ 1	
	Menelaus	M	28 58	+2.48	56.1	+ 56	+ 5	
	Plinius	M	32 55	+2.48	56.1	+ 51	0	
						560		
Viviers.	Eintritt							
3. FLAUGERGUES .	☾ Rand	II	8 18 54	−2.62	297.7	+ 79	0	
	Austritte							
	☾ Rand	I	9 48 10	+2.70	48.2	+ 35	+ 2	
	☾ Rand	II	58 15	+2.26	69.2	+ 31	− 2	
						66		

1. Berlin, BODE . . . . B. J. 1809, 260.
2. San Fernando, 3 Beobachter . . . . A. N. 9, 376.
3. Viviers, FLAUGERGUES . . . . Z. C. A. 1, 189.

In Berlin war der Mond sehr in Dünsten eingehüllt und der Schattenrand so verwischt und undeutlich, dass nichts Genaues über den Austritt der Flecken anzugeben war. Beim Ende wurde es ziemlich heiter. In San Fernando wurden die Beobachtungen durch Wolken sehr gestört; während der Totalität erschien die Mondscheibe in einer hellen Kupferfarbe, worin man vollkommen die hauptsächlichsten Flecken unterscheiden konnte; beim Austritte zeigte sich die Krümmung der Erde scharf begrenzt auf dem Monde. Wie sich die Beobachtungen unter die drei Beobachter CANELAS, JOSÉ DE LA CUESTA und ESTÉBAN CASTAÑEDA vertheilen, ist nicht angegeben.

Berechnet sind 19 Radien,
ausgeschlossen . . . 2 » ,
also benutzt . . . . 17, nämlich 1 Eintritt und 16 Austritte.

19.

Mondfinsterniss am 4. Januar 1806.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R		Bemerkungen
Berlin.	Eintritte								
1. Bode . . .	☾ Rand	I	10ʰ34ᵐ45ˢ	−2.06	245°9	+ 88″	+ 9″		»Alles sehr unzuverlässig der unbeständigen Luft u. des wenig begrenzten Erdschattens wegen.«
	Aristarch	M	41 15	−2.12	243.7	+120	+11	?	
	Grimaldi	M	47 40	−2.72	229.6	+ 67	−12	?	
	Bulliald	M	11 19 0	−4.07	215.9	+ 38	−11	?	
	Censorinus	M	31 20	−2.93	226.6	+ 83	+ 4	?	
	Austritt					396			
	Aristarch	M	12 46 20	+2.15	140.2	+ 89	0	?	
Dresden.	Eintritte								
2. Seyffert . .	☾ Rand	I	10 35 52	−2.06	245.9	+ 55	+ 7		
	Grimaldi	I	47 22	−2.63	231.2	+ 27	−21		
		II	50 25	−2.83	227.9	+ 51	+ 3		
	Plato	I	54 22	−1.95	250.8	+ 43	− 5		
		II	55 37	−1.96	250.6	+ 56	+ 8		
	Copernicus	I	58 57	−2.40	236.0	+ 41	− 7		
		II	11 0 32	−2.45	234.8	+ 45	− 3		
	Manilius	I	11 27	−2.38	236.4	+ 68	+20		
		II	13 35	−2.41	235.7	+ 37	−11		
	Menelaus	I	14 52	−2.37	236.7	+ 54	+ 6		
		II	16 11	−2.40	235.8	+ 39	− 9		
	Bulliald	I	16 57	−3.80	217.3	+ 50	+ 2		
		II	18 54	−4.07	215.9	+ 62	+14		
	Dionys	M	23 37	−2.77	228.8	+ 37	−11	?	
	Austritte					665			
	Grimaldi	II	12 24 21	+2.67	152.6	+ 32	−18		
	Bulliald	II	25 18	+3.81	165.5	+ 62	+12		
	Copernicus	I	44 12	+2.48	149.1	+ 19	−31		
		II	45 7	+2.43	147.9	− 1	−51		
	Manilius	II	13 2 58	+2.40	147.2	+ 86	+36		
	Menelaus	II	5 54	+2.36	146.4	+ 67	+17		
	Plato	I	8 21	+1.96	132.6	+ 82	+32		
		II	9 44	+1.95	132.4	+ 72	+22		
	☾ Rand	II	26 40	+2.07	137.6	+ 35	−15		
Eisenberg.	Eintritte					454			
3.	☾ Rand	I	10 35 1	−2.06	245.9	+ 80	+11		
	Aristarch	M	43 7	−2.12	243.7	+ 68	− 1	?	
	Kepler	M	50 39	−2.40	235.9	+ 73	+ 4	?	
	Plato	M	54 43	−1.95	250.8	+ 58	−11		
		II	55 25	−1.96	250.6	+ 63	− 6		
	Copernicus	I	57 13	−2.40	236.0	+ 84	+15		
		M	58 49	−2.42	235.4	+ 67	− 2		
		II	59 53	−2.45	234.8	+ 61	− 8		
	Manilius	II	11 12 15	−2.41	235.7	+ 70	+ 1		
	Plinius	II	19 3	−2.41	235.7	+ 76	+ 7		
	Dionys	II	22 26	−2.74	229.4	+ 70	+ 1		
	Proclus	II	28 52	−2.45	234.9	+ 66	− 3		
	Censorinus	M	32 36	−2.93	226.6	+ 57	−12	?	
						893			

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritte						
	Kepler M	12h 37m 19s	+2.45	148°4	+ 4″	−32″	?
	Aristarch M	44 36	+2.15	140.2	+ 41	+ 5	?
	Copernicus M	45 39	+2.45	148.5	+ 29	− 7	
	II	48 36	+2.43	147.9	+ 85	+49	
	Eratosthen. II	51 44	+2.38	146.7	+ 10	−26	
	Manilius II	13 0 4	+2.40	147.2	+ 14	−22	
	Plato II	9 11	+1.95	132.4	+ 55	+19	
	☾ Rand II	27 16	+2.07	137.6	+ 52	+16	
					290		
Lancaster.	Austritt						
4. ELLICOT . .	☾ Rand II	13 26 52	+2.07	137.6	+ 40	0	
Prag.	Eintritte						
5. DAVID . . .	☾ Rand I	10 35 41	−2.06	245.9	+ 60	− 4	
	Aristarch I	42 32	−2.14	243.4	+ 78	+14	
	Grimaldi I	45 42	−2.63	231.2	+ 65	+ 1	
	II	48 56	−2.83	227.9	+ 82	+18	
	Plato I	54 16	−1.95	250.8	+ 46	−18	
	II	55 34	−1.96	250.6	+ 58	− 6	
	Copernicus I	57 48	−2.40	236.0	+ 70	+ 6	
	II	59 46	−2.45	234.8	+ 64	0	
	Langrenus I	47 6	−3.43	220.9	+ 71	+ 7	
	II	52 36	−3.96	216.7	+ 42	−22	
	Austritt				636		
	☾ Rand II	13 26 57	+2.07	137.6	+ 43	0	
San Fernando.	Eintritte						
6. CANELAS . .	☾ Rand I	10 36 22	−2.06	245.9	+ 41	−13	»zweifelhaft«
	Galilei M	38 42	−2.27	239.4	[+144]		
	Aristarch I	43 22	−2.14	243.4	+ 54	0	
	II	43 52	−2.15	242.9	+ 57	+ 3	
	Grimaldi I	45 50	−2.63	231.2	+ 62	+ 8	
	M	48 16	−2.72	229.6	+ 53	− 1	
	II	49 54	−2.83	227.9	+ 63	+ 9	
	Kepler M	50 58	−2.40	235.9	+ 65	+11	
	Plato I	54 22	−1.95	250.8	+ 43	−11	
	M	54 54	−1.95	250.8	+ 52	− 2	
	II	55 30	−1.96	250.6	+ 60	+ 6	
	Copernicus I	57 22	−2.40	236.0	+ 81	+27	
	M	59 12	−2.42	235.4	+ 57	+ 3	
	II	11 0 8	−2.45	234.8	+ 55	+ 1	
	Manilius I	11 54	−2.38	236.4	+ 56	+ 2	
	M	12 12	−2.39	236.2	+ 60	+ 6	
	II	12 52	−2.41	235.7	+ 55	+ 1	
	Posidonius I	13 44	−2.14	243.2	+ 55	+ 1	
	M	14 48	−2.16	242.7	+ 48	− 6	
	II	15 58	−2.18	242.1	+ 47	− 7	
	Menelaus M	15 18	−2.37	236.6	+ 46	− 8	
	Plinius M	19 22	−2.42	235.6	+ 56	+ 2	
	Dionys M	23 18	−2.77	228.8	+ 44	−10	
	Proclus M	29 58	−2.47	234.3	+ 29	−25	
					1239		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritte							
	Galilei	M	12h 32m 40s	+2.36	146°2	+ 22″	−22″	
	Kepler	M	38 56	+2.45	148.4	+ 44	0	
	Aristarch	M	44 30	+2.15	140.2	+ 38	− 6	
	Copernicus	I	45 7	+2.48	149.1	+ 41	− 3	
		M	46 7	+2.45	148.5	+ 41	− 3	
		II	46 46	+2.43	147.9	+ 39	− 5	
	Dionys	M	57 12	+2.78	154.4	+ 45	+ 1	
	Menelaus	M	13 5 12	+2.37	146.6	+ 61	+17	
	Plinius	M	7 4	+2.43	147.9	+ 47	+ 3	
	Plato	I	7 44	+1.96	132.6	+ 63	+19	
		M	8 20	+1.96	132.5	+ 54	+10	
		II	8 50	+1.95	132.4	+ 44	0	
	Proclus	M	15 10	+2.46	148.6	+ 49	+ 5	
	Posidonius	I	16 42	+2.14	140.0	[+101]		»zweifelhaft«
		II	17 12	+2.14	140.1	[+ 73]		
	☾ Rand	II	26 22	+2.07	137.6	+ 26	−18	»zweifelhaft«
						614		
Viviers.	Eintritt							
7. Flaugergues.	☾ Rand	I	10 35 26	−2.06	245.9	+ 68	0	
	Austritt							
	☾ Rand	II	13 26 52	+2.07	137.6	+ 30	0	
Wien.	Eintritt							
8. Bürg . . .	☾ Rand	I	10 36 48	−2.06	245.9	+ 28	0	
	Austritt							
	☾ Rand	II	13 26 8	+2.07	137.6	+ 19	0	
Wien.	Eintritt							
9. Seyffer . .	Menelaus	M	11 14 55	−2.37	236.6	+ 56	0	
	Austritt							
	☾ Rand	II	13 26 18	+2.07	137.6	+ 24	0	
Wien.	Eintritte							
10. Triesnecker.	☾ Rand	I	10 35 38	−2.06	245.9	+ 62	+ 3	
	Aristarch	II	43 56	−2.15	242.9	+ 55	− 4	
	Grimaldi	II	49 58	−2.83	227.9	+ 61	+ 2	
	Austritte					178		
	Posidonius	II	13 17 8	+2.14	140.1	+ 71	+13	
	☾ Rand	II	27 3	+2.07	137.6	+ 46	−12	
						117		

1. Berlin, Bode . . . . B. J. 1810, 236.
2. Dresden, Seyffert, Bergrath u. Inspector d. math. Salons B. J. 1809, 191.
3. Eisenberg, 2füss. achrom. Ramsden . . . . Z. M. C. 13, 196.
4. Lancaster, Ellicot. . . . . B. J. 1829, 201.
5. Prag, David; 2½füss. Ramsden. . . . . B. J. 1810, 170.
6. San Fernando, Canelas; Achromat mit terrestr. Ocular A. N. 9, 378.
7. Viviers, Flaugergues . . . . Z. C. A. 1, 189.
8. Wien, Bürg }
9. » Seyffer } . . . . B. J. 1810, 192.
10. » Triesnecker }

In Berlin wurden die Beobachtungen durch Wolkenspalten erhalten. In Dresden war sehr dunstige Luft, sodass alles mehr errathen werden musste; im Anfange war der Schatten scharf begrenzt, bei den Austritten nahm die Breite des Halbschattens stark zu. Aehnlich in Eisenberg: »Zu Anfang war der Erdschatten ziemlich scharf begrenzt, doch glauben wir bemerkt zu haben, dass er nicht vollkommen rund, sondern gegen seine Mitte etwas erhaben erschien . . . Gegen das Ende der Finsterniss überzogen den Himmel dünne Wolken, der Mond bekam einen Hof und der Erdschatten war sehr verwischt und undeutlich.« Hofrath HUTH in Frankfurt a. d. O. bemerkt (B. J. 1810, 247) unter Anderem: »Das Licht des beschatteten Mondes war röthlich dunkelgrau; . . . an den Hörnern des Kernschattens zeigte sich ein bläulich weisser Schein, der sich von der Grenze des Schattens, wo er am hellsten war, allmählich in den Schatten hinein verlief.« In Prag war sehr heiterer Himmel.

Berechnet sind 113 Radien,
ausgeschlossen . . . 3 » ,
also benutzt . . . . 110, nämlich 71 Eintritte und 39 Austritte.

20.

Mondfinsterniss am 29. April 1809.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Havanna.	Austritte							
1. FERRER . . .	Tycho	I	13h 40m 49s	+1.93	74°5	+ 78″	+27″	
		II	41 33	+1.93	74.9	+ 52	+ 1	
	☾ Rand	II	14 1 59	+2.01	70.6	+ 23	−28	
						153		
San Fernando.	Eintritte							
2. CANELAS . . .	Grimaldi	I	11 6 40	−2.19	322.1	+ 62	− 5	
		M	7 13	−2.22	323.2	+ 85	+18	
		II	8 0	−2.27	324.4	+ 94	+27	
	Galilei	M	15 0	−2.54	330.9	+ 88	+21	
	Bulliald	M	20 20	−2.09	318.6	+ 85	+18	
	Tycho	I	21 20	−1.93	311.3	+ 73	+ 6	
		II	22 50	−1.94	311.7	+ 76	+ 9	
	Kepler	M	22 19	−2.52	330.6	+ 98	+31	
	Aristarch	I	29 30	−3.03	338.9	+ 57	−10	
		M	29 50	−3.10	339.7	+ 65	− 2	
		II	30 28	−3.13	340.2	+ 66	− 1	
	Copernicus	I	31 10	−2.60	332.2	+ 87	+20	
		M	33 15	−2.65	333.2	+ 64	− 3	
		II	34 13	−2.68	333.7	+ 61	− 6	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Dionys	M	11h 51m 19s	−2.63	332°.8	+ 40″	−27″	
	Manilius	I	51 40	−2.94	337.7	+ 59	− 8	
		M	52 50	−3.01	338.7	+ 49	−18	
		II	53 28	−3.02	338.8	+ 49	−18	
	Menelaus	M	58 4	−3.16	340.4	+ 43	−24	
	Plinius	M	12 0 41	−3.13	340.1	+ 58	− 9	
	Proclus	M	12 48	−3.38	342.9	+ 40	−27	
	Austritte					1399		
	Aristarch	M	12 54 39	+3.18	45.3	+ 30	−18	
		II	55 39	+3.11	46.1	+ 38	−10	
	Galilei	M	13 1 29	+2.53	55.2	[+ 89]		Es scheint Galilei γ beobachtet zu sein
	Grimaldi	I	5 39	+2.29	61.0	+ 56	+ 8	
		M	6 47	+2.25	62.1	+ 37	−11	
		II	7 57	+2.21	63.3	+ 21	−27	
	Kepler	M	8 29	+2.56	54.6	+ 64	+13	
	Copernicus	M	13 29	+2.66	52.7	+ 49	+ 1	
		II	14 58	+2.61	53.5	+ 56	+ 8	
	Menelaus	M	22 39	+3.13	45.9	+ 58	+10	
	Proclus	M	31 24	+3.37	43.3	+ 40	− 8	
	Dionys	M	32 56	+2.61	53.6	+ 48	0	
	Tycho	I	40 31	+1.93	74.5	+ 68	+20	
		M	40 59	+1.93	74.5	+ 57	+ 9	
		II	42 29	+1.93	74.9	[+ 81]		»Ende d. Tycho schon ausgetreten«
						619		
Wien.	Eintritte							
3. Bürg	☾Rand	I	11 4 27	−2.01	315.5	+ 1	−44	
	Tycho	I	21 54	−1.93	311.3	+ 56	+11	
		II	23 23	−1.94	311.7	+ 59	+14	
	Aristarch	I	29 41	−3.03	338.9	+ 53	+ 8	
		II	30 55	−3.13	340.2	+ 58	+13	
	Austritte					227		
	Tycho	II	13 42 29	+1.93	74.9	+ 81	+23	
	☾Rand	II	14 2 21	+2.01	70.6	+ 34	−24	
						115		
Wien.	Eintritte							
4. Triesnecker .	☾Rand	I	11 3 13	−2.01	315.5	+ 37	−18	
	Grimaldi	I	7 15	−2.19	322.1	+ 46	− 9	
	Tycho	I	21 45	−1.93	311.3	+ 60	+ 5	
		II	23 23	−1.94	311.7	+ 59	+ 4	
	Aristarch	M	29 49	−3.10	339.7	+ 65	+10	
	Copernicus	I	32 10	−2.60	332.2	+ 64	+ 9	
		II	34 33	−2.68	333.7	+ 54	− 1	
	Menelaus	M	57 9	−3.16	340.4	+ 61	+ 6	
	Taquet	M	59 44	−3.20	340.9	+ 47	− 8	
	Austritte					493		
	Copernicus	II	13 15 9	+2.61	53.5	+ 60	+ 1	
	Manilius	M	21 57	+2.99	47.7	+ 58	− 1	
	Tycho	II	42 34	+1.93	74.9	+ 84	+25	
	☾Rand	II	14 2 23	+2.01	70.6	+ 35	−24	
						237		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Wilna.	Eintritte							
5. SNIADECKI . .	☾ Rand	I	11h 2m43s	− 2.01	315°5	+ 52"	−28"	Diese Beobachtungen sind weit unsicherer, als die der übrigen Beobachter. SNIADECKI scheint eine zu schwache Vergrösserung angewandt zu haben. Bei der Mittelbildung wird diese Reihe fortgelassen.
	Grimaldi	I	5 46	− 2.19	322.1	+ 87	+ 7	
		II	8 54	− 2.27	324.4	+ 70	−10	
	Schickard	I	7 49	− 1.91	310.0	+ 65	−15	
		II	10 15	− 1.90	309.6	+ 68	−12	
	Galilei	I	13 2	− 2.49	329.9	+131	+51	
		II	14 23	− 2.52	330.6	+108	+28	
	Tycho	I	21 1	− 1.93	311.3	+ 83	+ 3	
		II	22 46	− 1.94	311.7	+ 78	− 2	
	Kepler	I	21 33	− 2.50	330.2	+100	+20	
		II	23 27	− 2.55	331.2	+ 75	− 5	
	Reinhold	I	27 44	− 2.45	329.2	+ 75	− 5	
	Aristarch	I	26 35	− 3.03	338.9	+114	+34	
		II	30 5	− 3.13	340.2	+ 74	− 6	
	Copernicus	I	31 9	− 2.60	332.2	+ 87	+ 7	
		II	33 38	− 2.68	333.7	+ 74	− 6	
	Dionys	I	48 36	− 2.55	331.3	+101	+21	
		II	50 41	− 2.61	332.4	+ 59	−21	
	Manilius	I	49 53	− 2.94	337.7	+ 96	+16	
		II	52 33	− 3.02	338.8	+ 67	−13	
	Menelaus	I	54 33	− 2.99	338.4	+102	+22	
		II	57 36	− 3.14	340.3	+ 60	−20	
	Proclus	I	12 10 36	− 3.25	341.4	+ 69	−11	
		II	13 16	− 3.42	343.2	+ 37	−43	
	Plato	I	17 22	−13.22	5.6	+ 59	−21	
						1991		
	Austritte							
	Plato	II	12 38 16	+12.80	20.6	+ 61	−18	
	Aristarch	II	56 16	+ 3.11	46.1	+ 50	−29	
	Galilei	II	13 3 32	+ 2.48	56.3	+133	+54	
	Kepler	I	8 51	+ 2.54	54.9	+ 77	− 2	
		II	10 46	+ 2.49	56.0	+102	+23	
	Copernicus	I	9 36	+ 2.81	50.1	− 17	−62	
		M	14 36	+ 2.66	52.7	+ 74	− 5	
		II	16 39	+ 2.61	53.5	+ 95	+16	
	Reinhold	I	17 46	+ 2.46	56.7	+ 95	+16	
		II	20 20	+ 2.40	58.1	+132	+53	
	Manilius	I	21 50	+ 2.98	47.8	+ 69	−10	
		II	23 1	+ 2.93	48.4	+ 68	−11	
	Menelaus	I	22 51	+ 3.12	46.0	+ 64	−15	
		II	24 22	+ 3.05	46.8	+ 78	− 1	
	Proclus	I	33 16	+ 3.25	44.5	+ 77	− 2	
		II	34 16	+ 3.20	45.1	+ 82	+ 3	
	Dionys	I	34 6	+ 2.58	54.2	+ 80	+ 1	
		II	34 41	+ 2.57	54.4	+ 84	+ 5	
	Tycho	I	41 43	+ 1.93	74.5	+106	+27	
		II	43 28	+ 1.93	74.9	+112	+33	
	☾ Rand	II	14 2 33	+ 2.01	70.6	+ 40	−39	
						1662		

1. Havanna, J. J. DE FERRER; 100fache Vergr. . . . . . . Z. M. C. 25, 530.
2. San Fernando, CANELAS; Achromat mit terrestr. Ocular. A. N. 9, 389.

3. Wien, Bürg }
4. » Triesnecker } . . . . B. J. 1813, 133.
5. Wilna, Sniadecki . . . . B. J. 1813, 168.

In Wien wurden die Beobachtungen in heiteren Augenblicken gemacht, grösstentheils war der Mond mit Wolken umgeben.

Berechnet sind 105 Radien,
ausgeschlossen . . . 48 » ,
also benutzt . . . . 57, nämlich 35 Eintritte und 22 Austritte.

21.

Mondfinsterniss am 2. September 1811.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Austritt							
1. Bode	☾Rand	II	11h 59m 0s	+ 2.28	30.7	+ 45″	0″	»unsicher«
Mannheim.	Eintritte							
2. v. Ende . . .	Tycho	M	9 36 45	− 2.29	296.4	+ 83	+13	
	Grimaldi	I	44 20	− 4.09	319.3	+ 32	−38	
		II	47 37	− 4.75	322.9	+ 94	+24	
	Austritte					209		
	Tycho	II	11 33 0	+ 2.28	30.8	+ 65	+29	
	☾Rand	II	57 30	+ 2.28	30.7	+ 6	−30	
San Fernando.	Eintritte					71		
3. Canelas . . .	☾Rand	I	9 24 21	− 2.27	296.1	+ 29	−37	
	Tycho	I	36 57	− 2.27	295.8	+ 59	− 7	
		M	37 45	− 2.29	296.4	+ 57	− 9	
		II	38 25	− 2.33	297.7	+ 64	− 2	
	Gassendi	M	39 52	− 3.04	310.1	+ 89	+23	
	Grimaldi	I	42 48	− 4.09	319.3	+ 54	−12	
		M	45 43	− 4.39	321.1	+ 68	+ 2	
		II	47 54	− 4.75	322.9	+ 90	+24	
	Fracastor	M	10 5 34	− 2.67	304.6	+ 26	−40	
	Kepler	I	6 51	− 7.41	330.4	+109	+43	
	Copernicus	I	14 11	− 7.29	330.2	+ 94	+28	
		M	26 20	− 20.79	338.9	+ 52	−14	
	Dionys	M	20 5	− 4.41	321.2	+ 58	− 8	
	Manilius	I	37 44	− 15.16	337.2	+ 70	+ 4	
		M	40 37	− 23.23	339.3	+ 76	+10	
	Plinius	M	46 30	− 25.56	339.7	+ 63	− 3	
	Austritte					1058		
	Galilei	M	10 18 32	+190.2	344.0	[+123]		
	Copernicus	M	36 21	+104.5	344.4	+ 44	−19	
		II	45 52	+ 10.70	352.5	+ 60	− 3	
	Grimaldi	I	41 27	+ 5.18	2.4	+ 73	+10	
		M	44 31	+ 4.52	5.3	+ 56	− 7	
		II	47 37	+ 4.20	7.0	+ 47	−16	
	Dionys	M	11 20 39	+ 4.28	6.5	+ 74	+11	
	Tycho	II	33 49	+ 2.28	30.8	+ 87	+24	
						441		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
St. Gallen.	Austritt							
4. v. SCHERER. .	☾Rand	II	12ʰ 1ᵐ 1ˢ	+ 2.28	30°7	+ 98″	0″	
Tepel.	Eintritte							
5. DAVID	☾Rand	I	9 22 23	− 2.27	296.1	+ 81	+18	
	Tycho	I	36 59	− 2.27	295.8	+ 59	− 4	
		II	38 57	− 2.33	297.7	+ 50	−13	
						190		
	Austritt							
	☾Rand	II	11 58 43	+ 2.28	30.7	+ 38	0	
Viviers.	Eintritt							
6. FLAUGERGUES .	☾Rand	I	9 23 30	− 2.27	296.1	+ 52	0	
	Austritt							
	☾Rand	II	11 58 31	+ 2.28	30.7	+ 33	0	
Wilna.	Eintritt							
7. SNIADECKI . .	Tycho	M	9 37 10	− 2.29	296.4	+ 72	0	?
	Austritte							
	Kepler	M	10 31 52	+ 19.26	348.5	+ 72	+25	?
	Copernicus	M	31 34	+104.5	344.4	+ 42	− 5	?
		II	43 46	+ 10.70	352.5	+ 48	+ 1	
	Grimaldi	I	40 9	+ 5.18	2.4	+ 57	+10	
		II	45 26	+ 4.20	7.0	+ 16	−31	
						235		

1. Berlin, BODE . . . . B. J. 1815, 165.
2. Mannheim, Freiherr VON ENDE . . . . Z. M. C. 24, 389.
3. San Fernando, CANELAS; längeres Rohr mit geringer Vergr. A. N. 9, 292.
4. St. Gallen, VON SCHERER . . . . B. J. 1816, 173.
5. Tepel, DAVID . . . . B. J. 1815, 174.
6. Viviers, FLAUGERGUES . . . . Z. C. A. 1, 190.
7. Wilna, SNIADECKI; grosses Dollond'sches Fernrohr . . . B. J. 1816, 209.

In Berlin war es dunstig und bewölkt, der Rand des Erdschattens sehr schlecht begrenzt und durchsichtig. Die im B. J. 1816, 126 angegebene Beobachtung von BUGGE enthält wahrscheinlich einen Fehler von 20ᵐ und wurde daher fortgelassen. In San Fernando zogen während der Beobachtungen viele einzelne Wolken vorüber, doch hält der Beobachter die Angaben für hinreichend zuverlässig; »der Schatten der Erde war sehr stark, weshalb sich seine Umrisse vollkommen genau bestimmen liessen und die glänzenden Flecken sich verfinsterten, sowie sie nur eben in selbigen eingetreten waren«.

Die Verwaschenheit der Schattengrenze in Berlin ist demnach nur durch den Dunst veranlasst worden. Aehnlich war es 1805.

Berechnet sind 43 Radien,
ausgeschlossen . . . 1 » ,
also benutzt . . . . 42, nämlich 24 Eintritte und 18 Austritte.

22.

Mondfinsterniss am 11. August 1813.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte							
1. Bode . . .	☾ Rand	I	13h 46m 38s	− 3.30	204°0	[+ 19″]		
	Aristarch	M	14 0 55	− 4.99	190.7	+ 86	+ 4″	?
	Plato	M	4 22	− 3.39	202.9	+ 70	−12	
	Aristoteles	M	11 10	− 3.47	202.0	+ 82	0	?
	Eudoxus	M	17 35	− 3.76	199.0	+ 79	− 3	?
	Posidonius	M	35 2	− 4.97	190.8	+ 86	+ 4	
	Menelaus	I	55 40	− 20.6	173.0	+ 84	+ 2	
	Manilius	I	55 40	− 36.5	170.6	+ 89	+ 7	
	Austritt					576		
	Aristarch	M	15 8 36	+ 4.90	143.9	+ 69	0	?
Cassel.	Eintritte							
2. Gerling . .	☾ Rand	I	13 45 23	− 3.30	204.0	+ 42	−10	
	Aristarch	I	14 1 25	− 4.85	191.4	+ 71	+19	
		II	4 22	− 5.28	189.4	+ 55	+ 3	
	Plato	I	6 18	− 3.41	202.7	+ 13	−39	
		M	7 32	− 3.39	202.9	+ 14	−38	
		II	9 33	− 3.56	201.0	+ 5	−47	
	Timocharis	M	19 33	− 5.44	188.7	+ 30	−22	?
	Eratosthen.	II	35 26	− 11.51	177.3	+111	+59	
	Posidonius	M	36 23	− 4.97	190.8	+ 70	+18	?
		II	40 12	− 5.61	188.0	+ 49	− 3	
	Copernicus	M	44 15	−157.6	168.2	+120	+68	?
						580		
Kopenhagen.	Eintritte							
3. Bugge . . .	☾ Rand	I	13 47 33	− 3.30	204.0	[+ 3]		»ganz zweifelhaft, zu spät«
	Aristarch	M	14 3 50	− 4.99	190.7	+ 50	+ 9	? »die Flecken ziemlich gut«
	Plato	M	6 10	− 3.39	202.9	+ 38	− 3	?
	Aristoteles	M	16 48	− 3.47	202.0	+ 36	− 5	?
	Eudoxus	M	20 38	− 3.76	199.0	+ 31	−10	?
	Timocharis	M	21 23	− 5.44	188.7	+ 50	+ 9	?
						205		
Prag.	Eintritt							
4. Bittner . .	☾ Rand	I	13 44 28	− 3.30	204.0	+ 59	0	
Prag.	Eintritt							
5. David . . .	☾ Rand	I	13 44 16	− 3.30	204.0	+ 63	0	
Viviers.	Eintritt							
6. Flaugergues.	☾ Rand	I	13 44 4	− 3.30	204.0	+ 66	0	
	Austritt							
	☾ Rand	II	15 59 43	+ 3.29	130.8	+ 39	0	

1. Berlin, Bode; 3½füss. Dollond . . . . B. J. 1817, 232.
2. Cassel, Gerling . . . . Z. M. C. 28, 196.
3. Kopenhagen, Bugge . . . . B. J. 1818, 214.
4. Prag, Bittner; 3füss. Ramsden }
5. » David; Zugfernrohr von 18 Zoll Brennweite } . . B. J. 1817, 102.
6. Viviers, Flaugergues . . . . Z. C. A. 1, 191.

In Berlin konnte bei heiterer Luft sehr gut beobachtet werden; »der Rand des Erdschattens war wie gewöhnlich sehr verwaschen und einem Rauche ähnlich«.

Berechnet sind 30 Radien,
ausgeschlossen . . . 2 » ,
also benutzt . . . . 28, nämlich 26 Eintritte und 2 Austritte.

23.

Mondfinsterniss am 9. Juni 1816.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Prag.	Eintritte							
1. BITTNER . . .	☾Rand	I	11h 22m 46s	−2.00	261°.8	+237″	−16″	
	Grimaldi	I	25 52	−2.07	256.7	+215	−38	
		II	26 59	−2.10	255.1	+232	−21	
	Aristarch	I	27 50	−1.96	265.4	+278	+25	
		II	28 56	−1.96	265.5	+258	+ 5	
	Copernicus	I	38 4	−2.02	259.9	+277	+24	
		II	39 46	−2.03	259.4	+266	+13	
	Tycho	I	56 46	−2.45	241.1	+247	− 6	
		II	57 56	−2.47	240.5	+266	+13	
Prag.	Eintritte					2276		
2. DAVID	☾Rand	I	11 22 58	−2.00	261.8	+230	−24	
	Grimaldi	I	26 1	−2.07	256.7	+211	−43	
		II	26 52	−2.10	255.1	+235	−19	unbrauch-
	Kepler	I	29 46	−2.01	260.7	+305	+51	bar,
		II	30 46	−2.02	260.4	+289	+35	s. unten
	Aristarch	I	27 46	−1.96	265.4	+280	+26	
		II	28 46	−1.96	265.5	+263	+ 9	
	Copernicus	I	38 24	−2.02	259.9	+267	+13	
		II	40 12	−2.03	259.4	+254	0	
	Plato	I	44 28	−1.92	271.5	+253	− 1	
		II	47 1	−1.92	271.3	+222	−32	
	Tycho	I	56 46	−2.45	241.1	+247	− 7	
		II	58 46	−2.47	240.5	+246	− 8	
Prag.	Eintritte					3302		
3. HALLASCHKA .	☾Rand	I	11 24 55	−2.00	261.8	+172	−26	
	Plato	II	46 58	−1.92	271.3	+223	+25	
Wien.	Eintritte					395		
4. TRIESNECKER .	☾Rand	I	11 27 50	−2.00	261.8	+ 84	+27	
	Aristarch	I	35 10	−1.96	265.4	+ 53	− 4	
		II	35 49	−1.96	265.5	+ 48	− 9	
	Copernicus	I	44 57	−2.02	259.9	+ 73	+16	
		II	47 12	−2.03	259.4	+ 47	−10	
	Plato	I	51 13	−1.92	271.5	+ 42	−15	
		II	52 24	−1.92	271.3	+ 54	− 3	
	☾Rand	II	12 38 3	−2.70	235.0	+ 54	− 3	
	Austritt					455		[felhaft«
	☾Rand	I	13 47 40	+2.83	148.3	[− 7]		»sehr zwei-

1. Prag, Bittner; } 20- bis 30fache Vergr. } . . . . . . B. J. 1820, 170.
2. » David; }
3. » Hallaschka; 56fache Vergr. }
4. Wien, Triesnecker . . . . Z. f. A. 3, 359 und B. J. 1820, 151.

In Prag wurden die Beobachtungen durch dünne Wolken gestört. Bei Triesnecker's Beobachtung des Eintrittes von Aristarch II giebt Z. f. A.: $12^h 42^m 22^s$ w. Zt. und B. J.: $12^h 42^m 32^s$ w. Z.; ich rechne mit dem Mittel $12^h 42^m 27^s$, welches sich ja nur 5^s vom richtigen Werthe entfernen kann.

In Prag ist, wahrscheinlich durch ein Versehen bei der Zeitbestimmung, ein Fehler von etwa 6^m bei allen Beobachtungen entstanden. Denn hätten sich die Beobachter verabredet, die äusserste wahrnehmbare Grenze des Schattens zu beobachten, oder wäre ihnen der Erdschatten nur wegen der störenden Wolken so gross erschienen, so würden jedenfalls die Beobachtungen untereinander eine geringere Uebereinstimmung zeigen. Dass nicht etwa bei dieser Finsterniss der Schatten wirklich so unglaublich gross gewesen ist und dass auch in der Berechnung der Finsternisselemente nicht etwa ein Fehler begangen ist, das zeigt deutlich die ganz brauchbare Reihe von Triesnecker. Auch beobachtete Triesnecker bei der Mondculmination um $11^h 53^m 5^s\!.3$ m. Zt. Wien den Mondort

$$l = 257^\circ 33' 2''\!.5 \qquad b = -0^\circ 11' 49''\!.7\,,$$

während aus unseren Elementen folgt

$$l = 257^\circ 33' 6''\!.0 \qquad b = -0^\circ 11' 43''\!.7\,.$$

Eine grössere Uebereinstimmung kann nicht erwartet werden. Jedenfalls stehen die Prager Beobachtungen so isolirt da, dass sie bei der Berechnung eines Mittelwerthes von V nicht zu brauchen sind.

Es ist zu bedauern, dass gerade bei dieser Finsterniss das Beobachtungsmaterial so unzureichend ist, denn es ist dies eine der wenigen Mondfinsternisse, bei welchen der Mond während der Totalität vollständig verschwand. Hierüber schreibt Lee in London (B. J. 1819, 263): »Obgleich die Sterne in Bode's grossem Verzeichniss Nr. 175 (π), 191 und 196 (b) am östlichen Fusse des Ophiuchus sehr deutlich sich zeigten[1]), so war doch nicht die geringste Spur

1) Diese Sterne sind bei Bode 3., 7. und 4. Grösse; 196 soll heissen 195.

vom Monde zu erkennen. Endlich erblickte man, etwa eine Viertelstunde vor dem Ende der totalen Verfinsterung, einen neblichten Lichtschimmer, welcher nach und nach zunahm, bis der helle Rand des Mondes aus dem Erdschatten hervortrat.« EULE in Dresden bemerkt hierzu noch (B. J. 1820, 247): »Der verfinsterte Mond verschwand zwar gänzlich bei heiterem Himmel, wobei die von Herrn LEE bemerkten Sterne sich deutlich zeigten, allein nach Zwischenzeiten von $\frac{1}{2}$ Minute erschien und verschwand wechselweise dreimal der östliche Rand. Beim jedesmaligen Verschwinden war keine Spur vom Monde zu erkennen.«

Berechnet sind 33 Radien,
ausgeschlossen . . . 25 » ,
also benutzt . . . . 8, lauter Eintritte.

24.

Mondfinsterniss am 4. December 1816.

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Åbo.	Eintritte						
1. WALBECK . .	☾ Rand I	7^h $7^m 14^s$	− 2.67	296°.2	+ 21″	−22″	
	Schickard M	11 14	− 2.54	292.3	+ 76	+33	?
	Mersenius M	14 14	− 2.87	300.7	[+107]		?
	Grimaldi I	15 44	− 3.30	308.1	+ 27	−16	
	II	18 34	− 3.53	311.0	+ 54	+11	
	Tycho I	28 4	− 2.62	294.7	+ 35	− 8	
	II	29 54	− 2.64	295.3	+ 37	− 6	
	Galilei M	29 54	− 4.57	320.0	+ 69	+26	?
	Kepler M	40 24	− 4.62	320.3	+ 47	+ 4	?
	Reinhold M	45 14	− 4.37	318.6	+ 42	− 1	?
	Copernicus I	53 4	− 5.01	322.5	+ 27	−16	
	Aristarch M	8 6 4	−14.95	338.9	+ 34	− 9	?
	Austritte				469		
	Kepler M	8 57 44	+ 4.76	12.7	[+ 96]		?
	Copernicus II	58 44	+ 5.18	10.4	+ 32	−18	
	Grimaldi I	56 34	+ 3.53	22.8	+ 70	+20	
	M	58 14	+ 3.44	23.8	+ 49	− 1	
	Landsberg M	9 7 14	+ 3.94	18.7	+ 54	+ 4	?
	Bulliald M	24 4	+ 3.03	30.0	+ 41	− 9	?
	Tycho I	39 54	+ 2.63	38.8	+ 55	+ 5	
	II	41 31	+ 2.61	39.3	+ 49	− 1	
	☾ Rand II	10 2 34	+ 2.68	37.4	[+ 23]		
					350		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte							
2. Bode	☾ Rand	I	$7^h\ 3^m 24^s$	− 2.67	296°2	[+107″]		
	Grimaldi	M	15 29	− 3.37	309.0	+ 72	+18″	?
	Tycho	M	28 19	− 2.62	294.9	+ 47	− 7	
	Bulliald	M	29 59	− 3.02	303.7	+ 45	− 9	?
	Kepler	M	39 13	− 4.62	320.3	+ 62	+ 8	?
	Copernicus	I	50 39	− 5.01	322.5	+ 56	+ 2	
	Aristarch	M	8 0 29	−14.95	338.9	+ 57	+ 3	
	Censorinus	M	17 11	− 4.78	321.2	+ 42	−12	?
	Austritte					381		
	Aristarch	M	8 20 54	+23.98	351.9	+ 36	+ 7	?
	Kepler	M	48 36	+ 4.76	12.7	[− 19]		?
	Copernicus	M	55 4	+ 5.51	9.0	+ 13	−16	
	Grimaldi	M	56 42	+ 3.44	23.8	+ 22	− 7	
	Bulliald	M	9 23 9	+ 3.03	30.0	+ 23	− 6	?
	Tycho	II	42 3	+ 2.61	39.3	+ 62	+33	
	☾ Rand	II	10 2 19	+ 2.68	37.4	+ 17	−12	
						173		
Christiania.	Eintritte							
3. Hansteen . .	☾ Rand	I	7 6 26	− 2.67	296.2	+ 39	−15	
	Grimaldi	I	14 58	− 3.30	308.1	+ 40	−14	
		M	16 28	− 3.37	309.0	+ 54	0	
		II	17 37	− 3.53	311.0	+ 70	+16	
	Tycho	I	27 17	− 2.62	294.7	+ 53	− 1	
		M	28 23	− 2.62	294.9	+ 45	− 9	
		II	29 31	− 2.64	295.3	+ 46	− 8	
	Kepler	M	38 41	− 4.62	320.3	+ 69	+15	?
	Copernicus	I	47 50	− 5.01	322.5	[+ 90]		
		M	52 52	− 5.25	323.7	+ 51	− 3	
		II	54 58	− 5.68	325.5	+ 44	−10	
	Aristarch	M	59 50	−14.95	338.9	+ 59	+ 5	
		II	8 1 36	−14.27	338.6	+ 62	+ 8	
	Dionys	M	10 7	− 4.94	322.2	+ 58	+ 4	?
	Manilius	M	19 34	− 8.29	332.4	+ 68	+14	?
	Austritte					758		
	Kepler	M	8 53 57	+ 4.76	12.7	+ 48	−10	?
	Copernicus	M	59 15	+ 5.51	9.0	+ 59	+ 1	
		II	9 1 20	+ 5.18	10.4	+ 51	− 7	
	Grimaldi	I	8 56 40	+ 3.53	22.8	+ 71	+13	
		M	57 18	+ 3.44	23.8	+ 32	−26	
		II	9 1 20	+ 3.30	25.7	+ 54	− 4	
	Bulliald	M	25 14	+ 3.03	30.0	+ 64	+ 6	?
	Censorinus	M	19 33	+ 5.43	9.3	[− 72]		? »zweifelhaft«
	Tycho	I	40 27	+ 2.63	38.8	+ 68	+10	
		M	41 14	+ 2.60	39.5	+ 63	+ 5	
		II	42 8	+ 2.61	39.3	+ 63	+ 5	
	Langrenus	M	46 19	+ 4.03	17.8	+ 57	− 1	
		II	50 26	+ 3.83	19.6	[+ 90]		
	Fracastor	M	48 46	+ 3.17	27.6	+ 72	+14	?
	☾ Rand	II	10 2 48	+ 2.68	37.4	[+ 28]		
						702		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Göttingen.	Eintritte							
4. GAUSS	Tycho	I	7h 27m 56s	− 2.62	294°.7	+ 38″	− 4″	
		II	29 38	− 2.64	295.3	+ 43	+ 1	
	Kepler	M	40 18	− 4.62	320.3	+ 48	+ 6	
	Copernicus	I	51 22	− 5.01	322.5	+ 47	+ 5	
		II	56 5	− 5.68	325.5	+ 33	− 9	
	Aristarch	I	8 1 23	−14.07	338.5	+ 39	− 3	
	Dionys	M	11 40	− 4.94	322.2	+ 39	− 3	
	Censorinus	M	16 39	− 4.78	321.2	+ 49	+ 7	
						336		
Königsberg.	Eintritte							
5. BESSEL . . .	☾ Rand	I	7 7 18	− 2.67	296.2	+ 19	−20	
	Grimaldi	I	15 26	− 3.30	308.1	+ 32	− 7	
		II	18 45	− 3.53	311.0	+ 51	+12	
	Tycho	I	27 44	− 2.62	294.7	+ 42	+ 3	
		II	29 52	− 2.64	295.3	+ 38	− 1	
	Bulliald	M	29 47	− 3.02	303.7	+ 49	+10	?
	Kepler	M	39 32	− 4.62	320.3	+ 58	+19	?
	Copernicus	I	51 10	− 5.01	322.5	+ 50	+11	
		II	55 43	− 5.68	325.5	+ 37	− 2	
	Censorinus	M	8 18 11	− 4.78	321.2	+ 29	−10	?
	Langrenus	I	19 54	− 3.97	315.5	+ 29	−10	
		II	23 34	− 4.31	318.2	+ 34	− 5	
	Austritte					468		
	Kepler	M	8 53 44	+ 4.76	12.7	+ 46	− 2	?
	Copernicus	I	55 0	+ 5.83	7.7	+ 33	−15	
		II	59 8	+ 5.18	10.4	+ 37	−11	
	Grimaldi	I	55 41	+ 3.53	22.8	+ 55	+ 7	
		II	58 46	+ 3.30	25.7	[+ 8]		
	Bulliald	M	9 25 4	+ 3.03	30.0	+ 61	+13	?
	Censorinus	M	29 34	+ 5.43	9.3	+ 38	−10	?
	Tycho	I	40 5	+ 2.63	38.8	+ 59	+11	
		II	41 34	+ 2.61	39.3	+ 50	+ 2	
	Langrenus	I	44 7	+ 4.22	16.3	+ 51	+ 3	
		II	47 46	+ 3.83	19.6	+ 48	0	
	☾ Rand	II	10 2 15	+ 2.68	37.4	[+ 16]		
						478		
Kremsmünster.	Eintritte							
6. DERFFLINGER .	Grimaldi	M	7 45 58	− 3.37	309.0	+ 63	+15	
	Tycho	M	28 53	− 2.62	294.9	+ 34	−14	
	Austritte					97		
	Grimaldi	M	8 57 35	+ 3.44	23.8	+ 37	−27	
	Tycho	M	9 42 20	+ 2.60	39.5	+ 89	+25	
	☾ Rand	II	10 4 30	+ 2.68	37.4	+ 66	+ 2	
						192		

1. Åbo, WALBECK . . . . B. J. 1823, 190.
2. Berlin, BODE . . . . B. J. 1820, 98.
3. Christiania, HANSTEEN . . . . A. N. 1, 12.
4. Göttingen, GAUSS . . . . B. J. 1820, 202.

5. Königsberg, Bessel; 7füss. Reflector, 80fache Vergr.
A. N. 1, 179; B. J. 1820, 188 und Z. f. A. 3, 92.
6. Kremsmünster, Derfflinger. . . . . B. J. 1820, 106.

In Berlin war die Witterung sehr günstig, nur gegen das Ende beschlug das Objectiv, sodass die letzten Austritte sehr unsicher sind; »der Rand war wie gewöhnlich sehr rauchig und verwaschen«. In Göttingen konnte zwischen fliegenden Wolken ganz gut beobachtet werden. Derfflinger schreibt: »Anfangs Wolken; beim Ende war der Himmel sehr rein; und ich hoffe die Beobachtung desselben sey sehr gut.«

Berechnet sind 103 Radien,
ausgeschlossen . . . 11 » ,
also benutzt . . . . 92, nämlich 54 Eintritte und 38 Austritte.

25.

Mondfinsterniss am 20. April 1818.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Augsburg.	Eintritte							
1. Stark. . . .	☾Rand	I	11h 8m42s	− 2.62	344°.7	+ 83″	+ 6″	»geschätzt«
	Tycho	I	24 23	− 2.72	346.6	+ 77	0	»zweifelhaft
		II	27 0	− 2.79	347.8	+ 66	−11	bei Wolken«
	Gassendi	M	37 50	− 5.40	7.4	+ 62	−15	?
	Langrenus	M	12 14 7	− 4.53	3.7	+ 96	+19	?
						384		
	Austritte							
	Gassendi	II	12 28 29	+ 4.90	44.8	+ 29	−16	
	Longomont.	M	57 7	+ 2.88	63.0	[− 79]		?
	Tycho	M	13 4 16	+ 2.75	65.1	+ 70	+25	?
	☾Rand	II	30 9	+ 2.65	66.9	+ 35	−10	»ohne Wolken«
						134		
Berlin.	Eintritte							
2. Bode	☾Rand	I	11 8 50	− 2.62	344.7	+ 80	− 1	
	Tycho	M	25 27	− 2.75	347.1	+ 73	− 8	
	Bulliald	M	38 0	− 4.17	1.6	+ 72	− 9	
	Snellius	M	48 22	− 2.79	347.8	[+179]		
	Fracastor	M	54 40	− 3.48	356.3	+ 84	+ 3	
	Langrenus	M	12 14 0	− 4.53	3.7	+ 97	+16	
						406		
	Austritte							
	Hipparch	M	12 36 50	+10.70	35.4	+ 54	−10	
	Bulliald	M	42 30	+ 4.21	50.4	+ 57	− 7	
	Tycho	M	13 4 0	+ 2.75	65.1	+ 65	+ 1	
	Langrenus	M	15 0	+ 4.58	48.3	+ 78	+14	
						254		

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Dresden.	Eintritte						
3.	Tycho M	11h 24m 1s	− 2.75	347°.1	+105″	+17″	?
	Bulliald M	36 41	− 4.17	1.6	+ 90	+ 2	?
	Fracastor M	54 52	− 3.48	356.3	+ 80	− 8	?
	Hipparch M	12 7 39	− 8.45	14.3	+ 80	− 8	?
	Langrenus M	15 7	− 4.53	3.7	+ 83	− 5	?
	Austritt				438		
	☾ Rand II	13 29 27	+ 2.65	66.9	+ 19	0	
Ofen.	Eintritt						
4. KMETH . . .	☾ Rand I	11 10 43	− 2.62	344.7	+ 37	0	
	Austritt						
	☾ Rand II	13 29 43	+ 2.65	66.9	+ 25	0	
Prag.	Austritt						
5. BITTNER . . .	☾ Rand II	13 30 38	+ 2.65	66.9	+ 46	0	
Prag.	Eintritte						
6. DAVID	☾ Rand I	11 9 3	− 2.62	344.7	+ 75	+ 5	
	Tycho I	24 17	− 2.72	346.6	+ 80	+10	
	II	26 57	− 2.79	347.8	+ 67	− 3	
	Gassendi I	36 37	− 5.16	6.5	+ 53	−17	
	II	37 47	− 5.45	7.6	+ 84	+14	
	Hipparch I	12 4 57	− 7.26	12.3	+ 58	−12	
	II	7 17	− 8.31	14.1	[+126]		
	Austritt				417		
	☾ Rand II	13 30 6	+ 2.65	66.9	+ 34	0	
Wien.	Eintritte						
7. BÜRG	☾ Rand I	11 7 35	− 2.62	344.7	+109	− 6	
	Tycho I	22 40	− 2.72	346.6	+116	+ 1	
	II	24 35	− 2.79	347.8	+119	+ 4	
	Austritte				344		
	Tycho I	13 1 23	+ 2.89	62.8	+ 32	+ 6	
	II	3 2	+ 2.74	65.2	+ 20	− 6	
Wilna.	Eintritte				52		
8. SNIADECKI . .	☾ Rand I	11 8 56	− 2.62	344.7	+ 78	−20	
	Scheiner I	11 35	− 2.40	339.9	[+182]		unzuver-
	II	13 3	− 2.40	340.1	[+183]		lässig,
	Schickard II	13 40	− 2.86	348.9	+110	+12	s. unten
	Longomont. II	19 21	− 2.66	345.5	+113	+15	
	Tycho I	23 25	− 2.72	346.6	+100	+ 2	
	II	24 31	− 2.79	347.8	+120	+22	
	Pitatus II	33 38	− 3.38	355.3	+ 79	−19	
	Bulliald I	35 47	− 4.02	0.6	+ 81	−17	
	II	37 18	− 4.17	1.6	+101	+ 3	
	Austritte				782		
	Bulliald M	12 43 34	+ 4.21	50.4	+ 73	− 9	?
	Schickard M	52 19	+ 2.77	64.7	+122	+40	?
	Pitatus M	54 34	+ 3.38	56.9	+ 52	−30	?
	Longomont. M	57 24	+ 2.88	63.0	[− 73]		?
	Tycho I	13 1 6	+ 2.89	62.8	+ 26	−56	
	M	7 14	+ 2.75	65.1	+135	+53	
	II	8 15	+ 2.74	65.2	+134	+52	
	☾ Rand II	30 10	+ 2.65	66.9	+ 35	−47	
					577		

1. Augsburg, Canonicus Stark . . . . B. J. 1823, 242.
2. Berlin, Bode; 3½füss. Dollond . . . . B. J. 1822, 167.
3. Dresden, math. Salon . . . . B. J. 1821, 208.
4. Ofen, Dr. Kmeth . . . . B. J. 1824, 258.
5. Prag, Prof. Bittner }
6. » David } . . . . B. J. 1822, 125.
7. Wien, Bürg; achromatisches Zugfernrohr. . . . . . . B. J. 1822, 116.
8. Wilna, Sniadecki . . . . B. J. 1821, 156.

Bode bemerkt: »Der Rand des Schattens war wie gewöhnlich sehr unbegrenzt und verwaschen; die Secunden sind nur geschätzt.« In Dresden beobachteten mehrere Liebhaber; die angegebenen Zahlen sind Mittelwerthe. »Der Himmel war völlig heiter, doch wallten die Mondränder. Der Rand des Schattens war anfangs so rauh und verwaschen, dass die Beobachter den Antritt auch nicht mit einiger Genauigkeit angeben konnten; selbst die Mondflecke traten nur nach und nach ein und blieben noch im Rande des obgleich nachher dichter werdenden Schattens kenntlich.« Hierzu bemerkt Bode noch: »Durch schwach gefärbte rothe oder grüne Gläser erscheint der Erdschatten etwas besser begrenzt.« In Wien wurde die Fortsetzung der Beobachtungen durch Wolken verhindert. In Wilna störte Dunst die Beobachtungen; vielleicht in Folge hiervon schätzte Sniadecki den Schatten weit grösser, als die anderen Beobachter, z. B. verschwand für ihn Tycho um $11^h 25^m 31^s$ m. Gr. Zt., während ihn David noch bis $11^h 26^m 57^s$ und Stark bis $11^h 27^m 0^s$ sah. Auch sonst sind diese Beobachtungen von Sniadecki recht unsicher, und ich lasse sie daher bei der Mittelbildung fort. Als Curiosum und als abschreckendes Beispiel einer ganz unbrauchbaren Beobachtung sei hier noch die Angabe desselben Beobachters erwähnt: »Fast ⅔ des Mare Humorum $12^h 12^m 45^s$ w. Zt.«

Berechnet sind 59 Radien,
ausgeschlossen . . . 21 » ,
also benutzt . . . . 38, nämlich 25 Eintritte und 13 Austritte.

26.

Mondfinsterniss am 26. Januar 1823.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Buchholz.	Austritte							
1. PASTORFF . .	Galilei	I	6h 19m 56s	+1.77	98°.8	+156″	+48″	
	Aristarch	M	21 44	+1.80	94.2	+ 49	−59	?
	Copernicus	I	32 46	+1.76	100.2	+ 99	− 9	
		II	34 19	+1.76	100.4	+108	0	
	Tycho	I	35 39	+1.75	117.8	+101	− 7	
		II	36 19	+1.75	117.9	+ 76	−32	
	Timocharis	M	37 24	+1.80	94.8	+125	+17	?
	Plato	II	38 20	+1.87	88.0	+ 92	−16	
	Manilius	II	48 40	+1.76	99.9	+132	+24	
	Menelaus	II	51 13	+1.77	99.4	+110	+ 2	
	Posidonius	II	55 40	+1.80	94.9	+108	0	
	Censorinus	II	59 49	+1.74	106.1	+140	+32	
						1296		
Paramatta.	Eintritte							
2. RÜMKER . . .	Galilei	I	3 44 13	−1.77	301.8	[+ 6]		
	Kepler	I	47 50	−1.76	299.9	+ 88	+25	
	Aristarch	I	49 48	−1.80	305.6	+ 60	− 3	
		II	50 45	−1.80	305.9	+ 48	−15	
	Bulliald	I	51 13	−1.73	289.4	[+105]		
	Reinhold	I	54 32	−1.75	297.9	+ 37	−26	
	Copernicus	I	55 10	−1.76	299.8	+ 82	+19	
		II	56 5	−1.76	299.9	+ 91	+28	
	Tycho	I	56 48	−1.75	282.2	+ 97	+34	
	Timocharis	I	4 6 25	−1.81	306.4	[− 57		
		II	7 39	−1.81	306.6	− 76		
	Archimed	I	9 55	−1.81	306.8	− 45]		
	Manilius	I	10 29	−1.76	300.4	+ 51	−12	
		II	10 57	−1.76	300.6	+ 44	−19	
	Plato	I	10 42	−1.88	312.5	+ 35	−28	
		II	11 45	−1.88	312.7	+ 51	−12	
	Dionys	I	12 21	−1.74	295.9	+ 83	+20	
		II	12 26	−1.74	295.8	+ 91	+28	
	Menelaus	I	13 33	−1.77	300.8	+ 67	+ 4	
	Plinius	I	16 35	−1.77	301.4	+ 73	+10	
	Eudoxus	I	17 45	−1.85	310.0	+ 35	−28	
	Aristoteles	I	18 21	−1.87	311.7	+ 40	−23	
	Censorinus	I	19 38	−1.74	294.2	+ 62	− 1	
	Austritte					1135		
	Gassendi	M	6 26 35	+1.74	108.8	+140	+37	
	Kepler	M	27 15	+1.76	100.2	+149	+46	
	Manilius	M	46 35	+1.76	99.6	+ 74	−29	
	Menelaus	M	49 11	+1.77	99.1	+ 55	−48	
	Dionys	M	51 21	+1.75	104.2	+ 88	−15	
	Plinius	M	53 38	+1.76	100.0	+ 81	−22	
	Posidonius	M	55 33	+1.80	94.9	+134	+31	
						721		

1. Buchholz bei Drossen, Geheimrath Pastorff . . . . . B. J. 1827, 100.
2. Paramatta, Rümker . . . . Z. C. A. 9, 133 und B. J. 1826, 212.

In Buchholz war zu Anfang der Himmel trübe. Pastorff schreibt: »Wie die Finsterniss total war, konnte man keinen Schimmer des Mondes sehen; nachdem aber dieser dunkele Schatten den Mond verlassen hatte, erschien derselbe von einem milchigten Schatten verfinstert, der ganz dem hellen Erdlichte ähnlich war, welches oft den dunkelen Theil des Mondes im ersten Viertel uns sichtbar macht, nur mit dem Unterschied, dass dieser Milchschatten noch heller sich zeigte; aus diesem erfolgten nun die Austritte der Mondflecke .... Ausserdem muss ich bekennen, dass die Bewegung, die ich in dem milchigten Schatten wahrzunehmen glaubte, mir es fast gewiss machte, dass er durch unsere Atmosphäre hervorgebracht werde, die überhaupt durch die Brechung, welche die Lichtstrahlen in ihr erleiden, den Kernschatten der Erde auffallend verringern muss.« Es wird vielleicht richtiger sein, anzunehmen, dass die beobachtete Bewegung ebenso wie das milchige Aussehen des Mondes durch eine vorüberziehende dünne Wolkenschicht verursacht sei. Hierdurch würde sich dann auch die ausserordentlich geringe Uebereinstimmung von Pastorff's Beobachtungen erklären. Jedenfalls sind dieselben ganz unzuverlässig. Nicht besser steht es leider mit den Beobachtungen von Rümker. Zur Noth könnte man vielleicht nach Ausschliessung mehrerer Objecte die Reihe der Eintritte eben noch als brauchbar bezeichnen, doch ist es jedenfalls besser, diese Finsterniss wegen des ungenügenden Materials im Folgenden zu übergehen.

Berechnet sind 42 Radien, alle werden ausgeschlossen.

27.

Mondfinsterniss am 5. Februar 1841.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte							
1. Encke . . .	Kepler	M	12h 32m 7s	−1.76	304°1	+ 50″	+ 6″	?
	Aristarch	M	33 17	−1.80	309.6	+ 47	+ 3	?
	Manilius	M	53 58	−1.76	304.4	+ 36	− 8	?
	Arago	M	56 23	−1.74	300.7	[+116]		?
	Menelaus	M	57 23	−1.76	304.9	+ 34	−10	?
	Plinius	M	13 0 37	−1.76	304.2	+ 39	− 5	?
	Proclus	M	9 21	−1.76	303.7	+ 57	+13	?
	☾ Rand	II	18 9	−1.75	303.2	+ 48	+ 4	
						311		



Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritt							
	Aristarch	M	15h 5m22s	+1.79	98°1	[+ 99″]		?
Berlin.	Eintritte							
2. GALLE. . . .	☾Rand	I	12 20 49	−1.73	297.9	+ 38	− 3″	
	Aristarch	M	33 22	−1.80	309.6	+ 44	+ 3	?
	Copernicus	M	40 5	−1.76	303.8	+ 29	−12	?
	Arago	M	56 18	−1.74	300.7	[+119]		?
	Bessel	M	58 57	−1.78	306.9	+ 35	− 6	?
	☾Rand	II	13 17 49	−1.75	303.2	+ 60	+19	
						206		
Bonn.	Eintritte							
3. ARGELANDER .	☾Rand	I	12 21 46	−1.73	297.9	[+ 4]		
	Copernicus	I	37 22	−1.76	303.7	[+102]		
		II	39 12	−1.76	303.8	+ 77	+14	
	Tycho	I	40 9	−1.74	286.1	+ 67	+ 4	
		II	41 14	−1.74	285.9	+ 79	+16	
	Manilius	M	52 27	−1.76	304.4	+ 87	+24	?
	Dionys	M	55 42	−1.74	299.9	+ 61	− 2	? »unsicher«
	Menelaus	M	56 52	−1.76	304.9	+ 52	−11	?
	Plinius	M	59 37	−1.76	304.2	+ 74	+11	?
	Proclus	M	13 10 12	−1.76	303.7	+ 28	−35	?
	☾Rand	II	18 27	−1.75	303.2	+ 38	−25	
	Austritte					563		
	Kepler	M	15 6 7	+1.76	102.5	+ 36	−19	?
	Tycho	I	16 50	+1.74	120.7	+ 57	+ 2	
		II	18 5	+1.74	120.7	+ 51	− 4	
	Manilius	M	28 2	+1.77	102.2	+ 48	− 7	?
	Menelaus	M	31 17	+1.76	101.8	+ 52	− 3	?
	Dionys	M	32 57	+1.74	106.8	+ 66	+11	? »unsicher«
	Plinius	M	35 5	+1.76	102.5	+ 55	0	?
	Proclus	M	44 42	+1.76	103.1	+ 66	+11	?
	☾Rand	II	53 58	+1.73	108.8	+ 64	+ 9	
						495		
Bonn.	Eintritte							
4. KYSAEUS . . .	Gassendi	M	12 31 12	−1.74	295.2	[− 23]		?
	Copernicus	I	37 13	−1.76	303.7	[+107]		
		II	38 41	−1.76	303.8	+ 95	+21	
	Manilius	M	52 15	−1.76	304.4	+ 94	+20	?
	Dionys	M	54 57	−1.74	299.9	+ 87	+13	? »unsicher«
	Menelaus	M	56 48	−1.76	304.9	+ 54	−20	?
	Plinius	M	59 42	−1.76	304.2	+ 71	− 3	?
	Proclus	M	13 9 44	−1.76	303.7	+ 44	−30	?
	☾Rand	II	19 0	−1.75	303.2	[+ 19]		
	Austritte					445		
	Tycho	I	15 16 58	+1.74	120.7	+ 61	+ 3	
		II	17 54	+1.74	120.7	+ 45	−13	
	Manilius	M	28 47	+1.77	102.2	+ 74	+16	? »unsicher«
	Menelaus	M	31 26	+1.76	101.8	+ 58	0	?
	Dionys	M	32 30	+1.74	106.8	+ 50	− 8	? »unsicher«
	Plinius	M	35 18	+1.76	102.5	+ 63	+ 5	?
						351		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Catania.	Eintritte							
5. C. H. F. **Peters**	☾ Rand	I	$12^h\,20^m\,28^s$	−1.73	297°9	+ 50″	−13″	»unsicher«
	☾ Rand	II	13 17 20	−1.75	303.2	+ 76	+13	
						126		
Catania.	Eintritte							
6. **Sartorius** . .	☾ Rand	I	12 20 2	−1.73	297.9	+ 65	+ 3	
	☾ Rand	II	13 17 50	−1.75	303.2	+ 59	− 3	
						124		
Göttingen.	Eintritte							
7. **Goldschmidt** .	Aristarch	M	12 31 43	−1.80	309.6	[+ 99		?
	Copernicus	M	38 20	−1.76	303.8	+ 88		?
	Euler	M	40 11	−1.80	309.3	+ 15]		?
	Tycho	I	41 7	−1.74	286.1	+ 33	− 8	
		II	42 29	−1.74	285.9	+ 35	− 6	
	Heraclid	M	43 33	−1.85	314.5	+ 53	+12	?
	Laplace	M	47 37	−1.87	315.5	[+ 16]		?
	Pico	M	52 25	−1.86	315.1	+ 55	+14	?
	Manilius	I	53 19	−1.76	304.4	+ 45	+ 4	
		II	54 5	−1.76	304.5	+ 42	+ 1	
	Plato	I	53 37	−1.88	316.5	+ 33	− 8	
		II	54 59	−1.88	316.7	+ 38	− 3	
	Menelaus	M	57 0	−1.76	304.9	+ 47	+ 6	?
	Plinius	M	13 0 31	−1.76	304.2	+ 43	+ 2	?
	Posidonius	I	3 17	−1.80	309.5	+ 59	+18	
	Goclenius	I	6 13	−1.73	294.2	+ 43	+ 2	
		II	7 1	−1.73	294.3	+ 39	− 2	
	Hercules	M	7 48	−1.85	314.0	+ 39	− 2	?
	Proclus	M	9 59	−1.76	303.7	+ 36	− 5	?
	Endymion	I	10 35	−1.87	315.9	+ 30	−11	
		II	11 33	−1.87	315.5	+ 34	− 7	
	Picard	M	14 54	−1.75	303.1	[− 55]		?
	Austritte					704		
	Aristarch	M	15 3 8	+1.79	98.1	+ 25	−18	?
	Heraclid	M	9 4	+1.86	91.6	+ 25	−18	?
	Laplace	M	12 21	+1.86	91.5	+ 48	+ 5	?
	Tycho	I	16 34	+1.74	120.7	+ 48	+ 5	
		II	18 9	+1.74	120.7	+ 53	+10	
	Plato	I	17 16	+1.88	89.9	+ 42	− 1	
		II	18 42	+1.88	90.2	+ 37	− 6	
	Manilius	M	28 2	+1.77	102.2	+ 49	+ 6	?
	Menelaus	M	31 10	+1.76	101.8	+ 48	+ 5	?
	Plinius	M	34 56	+1.76	102.5	+ 50	+ 7	?
	Posidonius	M	36 46	+1.80	97.5	[+104]		
	Proclus	M	44 18	+1.76	103.1	+ 52	+ 9	?
						477		
Hamburg.	Eintritte							
8. **Rümker** . . .	Grimaldi	M	12 21 38	−1.74	299.9	+ 70	+ 1	?
	Galilei	M	24 19	−1.77	305.4	+ 97	+28	?
	Kepler	M	29 48	−1.76	304.1	+129	+60	?
	Gassendi	M	31 18	−1.74	295.2	[− 27]		?
	Aristarch	M	31 1	−1.80	309.6	+122	+53	? *
	Landsberg	M	33 43	−1.74	300.5	+ 96	+27	?

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Reinhold	M	12ʰ 37ᵐ 17ˢ	−1.75	301°.9	+ 48″	−21″	?
	Copernicus	M	38 37	−1.76	303.8	+ 79	+10	?
	Bulliald	M	37 47	−1.73	293.1	[− 15]		?
	Tycho	M	42 16	−1.74	285.8	+ 18	−51	?
	Harpalus	M	41 16	−1.88	316.5	[+202]		?
	Heraclid	M	41 16	−1.85	314.5	+127	+58	?
	Timocharis	M	46 25	−1.80	309.7	+ 48	−21	?
	Archimed	M	46 25	−1.80	309.8	[+193]		?
	Helicon	M	47 15	−1.85	314.4	+ 29	−40	?
	Manilius	M	53 50	−1.76	304.4	+ 40	−29	? *
	Plato	M	52 51	−1.88	316.2	+ 83	+14	? *
	Dionys	M	56 29	−1.74	299.9	+ 33	−36	?
	Menelaus	M	57 26	−1.76	304.9	+ 33	−36	? *
	Aristoteles	M	58 14	−1.86	314.7	[+157]		?
	Eudoxus	M	58 14	−1.84	313.4	+125	+56	?
	Plinius	M	13 0 38	−1.76	304.2	+ 39	−30	? *
	Posidonius	M	4 9	−1.80	309.6	+ 52	−17	? *
	Taruntius	M	6 12	−1.74	299.6	+132	+63	?
	Proclus	M	10 42	−1.76	303.7	[+ 11]		? *
	Petavius	M	11 41	−1.73	288.8	[− 53]		?
	Langrenus	M	12 28	−1.73	294.3	+ 22	−47	?
	☾ Rand	II	18 40	−1.75	303.2	+ 31	−38	
						[1453]		

1. Berlin, ENCKE }
2. » GALLE } . . . . Berlin 2, 189.
3. Bonn, ARGELANDER }
4. » KYSAEUS } . . . . A. N. 18, 317.
5. Catania, C. H. F. PETERS; 120fache Vergr. }
6. » SARTORIUS; 40fache Vergr. } . . . . . A. N. 21, 219.
7. Göttingen, GOLDSCHMIDT; 10füss. Dollond, 42 Lin. Oeffn., 90fache Vergr. . . . . A. N. 18, 143.
8. Hamburg, RÜMKER . . . . A. N. 18, 143.

ENCKE schreibt: »Der Kernschatten zeigte sich, nachdem ein Theil des Mondes dadurch verdunkelt war, so, dass der dem Lichte zunächst liegende Theil desselben von einigen Minuten Breite eine dunkelgraue, die übrige Schattenfläche eine röthliche Färbung hatte, einem schwachen Glühen oder einem matten Abendroth zu vergleichen. Nachher bei der totalen Verfinsterung nahm der ganze Mond diese letzte Färbung an. Dabei zeigten die sonst in weissem Licht glänzenden Theile des Mondes, also namentlich das gebirgige Südwestviertel, die röthliche Färbung reiner, während die Mare-Flächen mehr in Grau übergingen. Das Ende war durch Wolken verhüllt.« In Bonn war es zu Anfang dunstig, zur Zeit der Totalität

ganz klar; »das Licht des verdunkelten Mondes erschien nicht so dunkel kupferroth, als ich es sonst gewöhnlich gesehen habe, sondern viel heller, fast rosenroth.« Goldschmidt: »Der Mond war während der Totalität gelblichroth, namentlich im Westen war diese Farbe sehr hell; die grösseren Flecken und Mare blieben sichtbar. Beim Ende der totalen Finsterniss zog sich ein lichter bläulicher Schimmer über Grimaldi am Südrande des Mondes hin.« Rümker: »Die Witterung war im Ganzen ungünstig; bei den heiteren Intervallen war der Schatten aber schärfer begrenzt, als ich es jemals bemerkt habe. Die Momente sind zur Secunde angegeben, welche ich zwar bei den übrigen nicht verbürge, aber bei den mit einem Sterne * bezeichneten Beobachtungen der Wahrheit sehr nahe glaube.« Vergleicht man die letzte Bemerkung mit den Resultaten von Rümker's Beobachtung, so ist die Folgerung ganz unabweisbar, dass der bei weitem grösste Theil der beobachteten Objecte von Rümker mit falschen Namen benannt worden ist. Wahrscheinlich ist dieses auch der Grund der schlechten Uebereinstimmung der Rümker'schen Beobachtungen im Jahre 1823 gewesen.

Die übrigen Reihen zeigen der Schärfe des Schattenrandes ganz entsprechend eine gute Uebereinstimmung, sodass man das Ergebniss derselben für ziemlich sicher halten darf.

Berechnet sind 116 Radien,
ausgeschlossen . . . 42 » ,
also benutzt . . . . 74, nämlich 48 Eintritte und 26 Austritte.

28.

Mondfinsterniss am 26. Januar 1842.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte							
1. Encke. . . .	☾ Rand	I	$4^h 18^m 27^s$	−2.06	254°8	+ 33″	−11″	
	Aristarch	M	25 16	−2.12	252.4	+ 60	+16	
	Grimaldi	M	30 15	−2.69	238.9	+ 35	− 9	
	Kepler	M	34 0	−2.38	245.0	+ 32	−12	
	Plato	M	37 24	−1.94	259.9	+ 39	− 5	
	Copernicus	M	40 59	−2.38	245.0	+ 55	+11	
	Manilius	M	54 16	−2.36	245.6	+ 55	+ 7	
	Plinius	M	5 1 20	−2.42	244.1	+ 51	+ 7	
	Delambre	M	4 35	−2.72	237.6	[+108]		
						356		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritte							
	Grimaldi	M	6h 6m 0s	+2.72	161°9	+ 27″	−17″	
	Kepler	M	22 47	+2.38	155.2	+ 46	+ 2	
	Aristarch	M	28 0	+2.13	148.1	+ 36	− 8	
	Copernicus	M	29 56	+2.40	155.6	+ 41	− 3	
	Manilius	M	44 53	+2.36	154.8	+ 52	+ 8	
	Plato	M	51 52	+1.94	140.1	+ 58	+14	
	Plinius	M	50 57	+2.38	155.1	+ 49	+ 5	
	☾ Rand	II	7 10 9	+2.06	145.3	+ 39	− 5	
						348		
Dorpat.	Eintritte							
2. MÄDLER . . .	☾ Rand	I	4 18 30	−2.06	254.8	+ 32	−17	
	Aristarch	M	25 2	−2.12	252.4	+ 67	+18	?
	Riccioli	M	26 33	−2.56	241.1	+ 45	− 4	?
	Grimaldi	M	29 51	−2.69	238.9	+ 45	− 4	
	Laplace	M	32 1	−1.98	258.4	+ 36	−13	?
	Kepler	M	32 49	−2.38	245.0	+ 62	+13	?
	Plato	I	36 16	−1.94	260.2	+ 49	0	
		II	37 56	−1.95	259.8	+ 50	+ 1	
	Pytheas	M	37 11	−2.20	249.9	+ 52	+ 3	?
	Krüger	M	38 26	−3.21	231.6	+ 41	− 8	?
	Copernicus	I	39 45	−2.36	245.4	+ 66	+17	
	Aristoteles	I	45 6	−1.96	259.3	+ 53	+ 4	
		II	46 41	−1.97	258.7	+ 50	+ 1	
	Gassendi	II	49 13	−3.46	229.2	+ 40	− 9	
	Eudoxus	M	46 36	−2.00	257.2	+ 67	+18	?
		II	47 11	−2.00	257.2	+ 68	+19	
	Endymion	I	53 41	−1.95	259.4	+ 34	−15	
		II	55 46	−1.98	258.1	+ 33	−16	
	Manilius	I	53 53	−2.35	245.7	+ 50	+ 1	
		II	55 11	−2.38	245.0	+ 41	− 8	
	Posidonius	M	56 56	−2.14	252.0	+ 43	− 6	
	Menelaus	M	57 29	−2.35	245.8	+ 36	−13	?
	Dionys	M	5 5 1	−2.71	238.5	+ 38	−11	?
	Proclus	M	10 33	−2.40	244.5	+ 56	+ 7	?
	Pitatus	I	11 51	−5.19	219.0	+ 50	+ 1	
	Censorinus	M	13 36	−2.85	236.2	+ 64	+15	?
	Austritte					1268		
	Kepler	M	6 23 11	+2.38	155.2	+ 56	+ 4	?
	Aristarch	M	28 7	+2.13	148.1	+ 40	−12	?
	Copernicus	I	29 7	+2.43	156.3	+ 46	− 6	
		II	31 31	+2.37	155.0	+ 61	+ 9	
	Pytheas	M	35 58	+2.20	150.4	+ 53	+ 1	?
	Dionys	M	41 5	+2.69	161.4	+ 44	− 8	?
	Censorinus	M	44 26	+2.91	164.8	+ 46	− 6	?
	Laplace	M	45 26	+1.96	141.2	+ 94]		?
	Menelaus	M	48 41	+2.34	154.2	+ 52	0	?
	Plato	I	50 47	+1.95	140.5	+ 55	+ 3	
		II	52 27	+1.94	140.1	+ 53	+ 1	
	Eudoxus	I	57 9	+2.01	143.3	+ 50	− 2	
		II	58 1	+2.00	143.0	+ 48	− 4	
	Aristoteles	I	58 1	+1.97	141.5	+ 44	− 8	



Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Aristoteles	II	6ʰ 59ᵐ 38ˢ	+1.96	141°.1	+ 55″	+ 3″	
	Posidonius	M	59 38	+2.13	148.0	+ 65	+13	
	Proclus	M	59 3	+2.38	155.2	+ 53	+ 1	?
	Endymion	I	7 6 47	+1.96	141.2	+ 56	+ 4	
		II	8 1	+1.96	141.2	+ 66	+14	
	☾ Rand	II	10 11	+2.06	145.3	+ 40	−12	
						983		
Hamburg.	Eintritte							
3. Rümker . . .	Aristarch	M	4 25 50	−2.12	252.4	+ 44	− 8	?
	Copernicus	M	40 23	−2.38	245.0	+ 71	+19	?
	Archimed	M	42 49	−2.11	252.8	+ 41	−11	?
	Aristoteles	M	47 36	−1.98	258.3	[− 1]		?
	Gassendi	M	45 49	−3.23	231.4	+ 76	+24	?
	Eudoxus	M	47 36	−2.00	257.2	+ 37	−15	?
	Bulliald	M	52 40	−3.32	230.6	[+155]		?
	Manilius	M	54 0	−2.36	245.6	+ 57	+ 5	?
	Capuanus	M	54 40	−3.75	226.7	[+277]		?
	Menelaus	I	57 13	−2.34	245.9	+ 41	−11	
		II	5 0 36	−2.42	244.1	[− 25		
	Plinius	M	4 48	−2.42	244.1	− 35		?
	Pitatus	M	5 47	−4.31	223.1	+146		?
	Theophilus	M	21 29	−3.71	227.0	+ 2]		?
						367		
	Austritte							
	Capuanus	M	5 55 10	+5.81	183.3	+ 86	+18	?
	Pitatus	M	6 0 18	+5.65	182.8	+ 51	−17	?
	Gassendi	M	2 38	+3.54	171.7	[− 4]		?
	Grimaldi	M	5 53	+2.72	161.9	+ 25	−43	?
	Bulliald	M	8 33	+3.75	173.4	+ 61	− 7	?
	Kepler	M	23 47	+2.38	155.2	+ 71	+ 3	?
	Aristarch	M	27 51	+2.13	148.1	+ 32	−36	?
	Copernicus	M	31 2	+2.40	155.6	+ 69	+ 1	?
	Reinhold	M	29 56	+2.43	156.4	[+154		?
	Theophilus	M	37 25	+3.24	168.9	+129]		?
	Dionys	M	42 33	+2.69	161.4	+ 76	+ 8	?
	Heraclid	M	43 4	+1.97	141.3	+117	+49	?
	Manilius	M	45 20	+2.36	154.8	+ 64	− 4	?
	Helicon	M	46 26	+1.98	141.9	[+126]		?
	Archimed	M	48 46	+2.09	146.4	+119	+51	?
	Menelaus	M	49 6	+2.34	154.2	+ 63	− 5	?
	Plato	M	52 3	+1.94	140.1	+ 69	+ 1	?
	Plinius	M	52 7	+2.38	155.1	+ 79	+11	?
	Taruntius	M	55 17	+2.63	160.5	+100	+32	?
	Eudoxus	M	57 7	+2.01	143.3	+ 34	−34	?
	Aristoteles	M	56 35	+1.98	142.2	[− 18		?
	Proclus	M	7 2 1	+2.38	155.2	+127]		?
	☾ Rand	II	10 10	+2.06	145.3	+ 40	−28	
						1156		
Krakau.	Austritt							
4. Weisse . . .	☾ Rand	II	7 11 18	+2.06	145.3	+ 73	0	

1. Berlin, ENCKE; grosser Refractor, 90fache Vergr. . . . Berlin 2, 189.
2. Dorpat, MÄDLER; grosser Refractor . . . . A. N. 19, 197.
3. Hamburg, RÜMKER . . . . A. N. 19, 219.
4. Krakau, WEISSE . . . . A. N. 21, 141.

ENCKE bemerkt: »Obgleich die Finsterniss nicht total war, so war doch das röthliche Licht des verfinsterten Theiles sehr merklich.« MÄDLER: »Die ersten Eintritte dürften des tiefen Standes wegen etwas weniger sicher sein, als die späteren und als die Austritte, deren Beobachtung dadurch sehr begünstigt ward, dass alle Flecke ohne Ausnahme während der ganzen Dauer der Finsterniss sichtbar blieben. Bei den früheren Finsternissen hatte ich sie gewöhnlich gleich nach dem Eintritte aus dem Gesicht verloren und erst bei weiter vorgerücktem Schatten im rothen Lichte wiedergesehen. Diesmal waren sie sowohl im grauen und bläulichen, als im rothen gebrochenen Lichte sichtbar, nur im letzteren etwas besser; ich glaube dies hauptsächlich dem bei weitem lichtstärkeren Fernrohr zuschreiben zu müssen. Das Roth war sehr intensiv; ich bemerkte seine ersten Spuren, als der Schatten etwas über den Kepler hinaus war. Eine Viertelstunde später konnte man das lebhafte Roth schon wahrnehmen, ohne den erleuchteten Theil des Mondes aus dem Felde zu entfernen.« RÜMKER: »Besonders im Anfange war unter ungünstigen Umständen zu beobachten, jedoch glaube ich, dass mir die Beobachtungen ziemlich gelungen sind.« Auch hier hat sich RÜMKER wieder sehr oft im Namen der Objecte geirrt. Seine grosse Unsicherheit erkennt man deutlich an folgenden Stellen: Eintritt »Kepler (Aristarch?) $5^h\,5^m\,44^s$ m. Zt.«; hier konnte er also Kepler und Aristarch nicht unterscheiden; ferner: Eintritt »Menelaus $5^h\,37^m\,7^s$« und gleich nachher »Menelaus $5^h\,40^m\,30^s$«; die zweite Beobachtung ist hier eine Verwechselung; ebenso kommt bei den Austritten Plato zweimal vor, wobei wahrscheinlich das zweite Mal Posidonius beobachtet ist. Doch kann man hier nach Ausschluss zahlreicher Beobachtungen noch mit einiger Sicherheit den Mittelwerth V_1 angeben, welchen RÜMKER beobachtet hat. Das SCHMIDT'sche Manuscript enthält einige Beobachtungen dieser Finsterniss, doch ist die Zeitbestimmung ganz unsicher.

Berechnet sind 101 Radien,
ausgeschlossen . . . 15 » ,
also benutzt . . . . 86, nämlich 41 Eintritte und 45 Austritte.

29.

Mondfinsterniss am 31. Mai 1844.

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Altona.	Eintritte						
1. Olde. . . .	☾ Rand I	9h 6m56s	−1.76	255°.4	+121″	+42″	
	Copernicus I	24 22	−1.80	251.8	+111	+32	
	II	26 32	−1.81	251.3	+ 79	0	
	Manilius M	38 59	−1.77	254.6	+ 34	−45	?
	Tycho I	47 30	−2.21	232.2	+ 62	−17	
	II	49 22	−2.24	231.4	+ 63	−16	
	☾ Rand II	10 10 39	−2.16	233.8	+ 83	+ 4	
	Austritte				553		
	☾ Rand I	11 29 20	+2.17	131.8	+ 51	− 8	
	Tycho I	47 32	+2.24	133.7	+ 64	+ 5	
	II	49 23	+2.22	133.1	+ 68	+ 9	
	☾ Rand II	12 32 11	+1.76	109.8	+ 53	− 6	
					236		
Altona.	Eintritte						
2. Petersen . .	Tycho I	9 48 25	−2.21	232.2	+ 37	−16	
	II	50 2	−2.24	231.4	+ 45	− 8	
	☾ Rand II	10 10 54	−2.16	233.8	+ 76	+23	
	Austritt				158		
	☾ Rand I	11 28 54	+2.17	131.8	+ 39	0	
Altona.	Eintritte						
3. H. C. Schumacher	Tycho I	9 47 51	−2.21	232.2	+ 53	+10	
	II	50 28	−2.24	231.4	+ 33	−10	
	☾ Rand II	10 12 4	−2.16	233.8	+ 43	0	
	Austritt				129		
	☾ Rand I	11 29 22	+2.17	131.8	+ 52	0	
Altona.	Eintritte						
4. R. Schumacher	☾ Rand I	9 7 11	−1.76	255.4	+110	+36	
	Copernicus I	24 22	−1.80	251.8	+111	+37	
	II	26 23	−1.81	251.3	+ 84	+10	
	Manilius M	39 5	−1.77	254.6	+ 31	−43	?
	Posidonius M	42 31	−1.72	261.1	+ 63	−11	?
	Plinius M	44 21	−1.76	255.6	+ 60	−14	? »unsicher«
	Tycho I	47 50	−2.21	232.2	+ 53	−21	
	II	49 21	−2.24	231.4	+ 63	−11	
	Langrenus M	10 4 57	−1.86	247.7	[+ 8]		?
	☾ Rand II	10 24	−2.16	233.8	+ 90	+16	
	Austritte				665		
	☾ Rand I	11 28 45	+2.17	131.8	+ 35	−18	
	Tycho I	47 44	+2.24	133.7	+ 70	+17	
	☾ Rand II	12 32 11	+1.76	109.8	+ 53	0	
					158		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte							
5. Galle . . .	☾Rand	I	9h 9m58s	-1.76	255°.4	+ 17″	-24″	
	Aristarch	M	14 54	-1.76	255.5	+ 51	+10	
	Kepler	M	20 1	-1.82	250.2	+ 54	+13	?
	Copernicus	M	26 58	-1.81	251.5	+ 45	+ 4	?
	Manilius	M	38 51	-1.77	254.6	+ 39	- 2	?
	Menelaus	M	41 37	-1.76	255.5	+ 29	-12	?
	Plinius	M	44 41	-1.76	255.6	+ 49	+ 8	?
	Tycho	M	49 48	-2.24	231.5	+ 28	-13	?
	☾Rand	II	10 11 43	-2.16	233.8	+ 53	+12	
	Austritte					365		
	☾Rand	I	11 29 44	+2.17	131.8	+ 62	+ 2	
	Kepler	M	45 14	+1.82	115.0	+ 51	- 9	?
	Aristarch	M	45 13	+1.77	109.6	+ 57	- 3	?
	Tycho	M	48 1	+2.23	133.3	+ 59	- 1	?
	Copernicus	M	53 14	+1.81	113.8	+ 46	-14	?
	Manilius	M	12 8 30	+1.77	110.5	+ 68	+ 8	?
	Menelaus	M	11 42	+1.76	109.4	+ 63	+ 3	?
	Plinius	M	15 46	+1.76	109.5	+ 79	+19	?
	☾Rand	II	32 14	+1.76	109.8	+ 53	- 7	
						538		
Berlin.	Eintritte							
6. Götze . . .	☾Rand	I	9 9 15	-1.76	255.4	+ 42	- 6	
	☾Rand	II	10 11 43	-2.16	233.8	+ 53	+ 5	
	Austritte					95		
	☾Rand	I	11 29 43	+2.17	131.8	+ 61	+ 5	
	☾Rand	II	12 32 12	+1.76	109.8	+ 52	- 4	
						113		
Brüssel.	Eintritte							
7. Houzeau . .	☾Rand	I	9 8 53	-1.76	255.4	+ 54	- 2	
	Aristarch	M	14 51	-1.76	255.5	+ 53	- 3	
	Copernicus	M	26 6	-1.81	251.5	+ 74	+18	
	Manilius	M	38 13	-1.77	254.6	+ 60	+ 4	
	Tycho	I	48 18	-2.21	232.2	+ 40	-16	
		II	50 5	-2.24	231.4	+ 43	-13	
	☾Rand	II	10 11 10	-2.16	233.8	+ 68	+12	
	Austritte					392		
	☾Rand	I	11 29 16	+2.17	131.8	+ 49	-10	
	Manilius	M	12 8 30	+1.77	110.5	+ 68	+ 9	?
	Menelaus	M	11 40	+1.76	109.4	+ 62	+ 3	?
	Dionys	M	11 30	+1.81	114.4	+ 68	+ 9	?
	☾Rand	II	32 0	+1.76	109.8	+ 46	-13	
						293		
Brüssel.	Eintritte							
8. Liagre . . .	☾Rand	I	9 8 53	-1.76	255.4	+ 54	- 7	
	Aristarch	I	13 27	-1.76	255.8	+ 95	+34	
		II	15 19	-1.76	255.5	+ 48	-13	
	Grimaldi	M	16 20	-1.92	243.9	+ 49	-12	
		II	17 5	-1.94	242.9	+ 66	+ 5	
	Pytheas	M	24 6	-1.76	255.4	+ 67	+ 6	?
	Copernicus	I	24 47	-1.80	251.8	+ 97	+36	
		II	27 13	-1.81	251.3	+ 56	- 5	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Plato	I	9ʰ25ᵐ53ˢ	−1.70	265°0	+ 56″	− 5″	
		M	26 47	−1.70	265.0	+ 48	−13	
		II	27 23	−1.70	265.0	+ 53	− 8	
	Manilius	M	38 13	−1.77	254.6	+ 60	− 1	?
	Menelaus	M	40 37	−1.76	255.5	+ 63	+ 2	?
	Plinius	M	43 56	−1.76	255.6	+ 75	+14	?
	Dionys	M	44 42	−1.82	250.6	+ 64	+ 3	?
	Tycho	I	47 39	−2.21	232.2	+ 58	− 3	
		M	48 54	−2.24	231.5	+ 52	− 9	
		II	49 59	−2.24	231.4	+ 46	−15	
	Langrenus	M	10 3 58	−1.86	247.7	+ 39	−22	?
	☾ Rand	II	11 17	−2.16	233.8	+ 65	+ 4	
	Austritte					1211		
	☾ Rand	I	11 28 35	+2.17	131.8	+ 30	−20	
	Grimaldi	M	32 56	+1.92	121.4	+ 23	−27	
	Aristarch	II	43 58	+1.76	109.6	[+ 4]		
	Tycho	I	46 16	+2.24	133.7	+ 30	−20	
		M	47 32	+2.23	133.3	+ 46	− 4	
		II	48 57	+2.22	133.1	+ 56	+ 6	
	Copernicus	I	52 31	+1.81	114.1	+ 45	− 5	
		M	53 16	+1.81	113.8	+ 47	− 3	
		II	54 16	+1.81	113.7	+ 62	+12	
	Harpalus	M	55 29	+1.70	100.5	[+123]		?
	Plato	I	12 1 59	+1.70	100.2	+ 65	+15	
		II	2 57	+1.70	100.2	+ 45	− 5	
	Manilius	M	8 9	+1.77	110.5	+ 56	+ 6	?
	Menelaus	M	11 34	+1.76	109.4	+ 59	+ 9	?
	Dionys	M	11 16	+1.81	114.4	+ 61	+11	?
	Langrenus	M	27 14	+1.85	117.0	[+104]		?
	☾ Rand	II	32 45	+1.76	109.8	+ 71	+21	
						696		
Brüssel.	Eintritte							
9. Quetelet . .	☾ Rand	I	9 8 53	−1.76	255.4	+ 54	+ 8	
	Aristarch	I	13 51	−1.76	255.8	+ 81	+35	
		II	14 53	−1.76	255.5	+ 62	+16	
	Grimaldi	I	15 17	−1.91	244.7	+ 45	− 1	
		II	17 5	−1.94	242.9	+ 66	+20	
	Kepler	M	19 29	−1.82	250.2	+ 72	+26	?
	Krüger	M	21 21	−2.01	239.4	+ 46	0	?
	Pytheas	M	24 11	−1.76	255.4	+ 65	+19	?
	Copernicus	I	25 31	−1.80	251.8	+ 72	+26	
		II	27 23	−1.81	251.3	+ 51	+ 5	
	Plato	I	26 33	−1.70	265.0	+ 33	−13	
		II	27 23	−1.70	265.0	+ 53	+ 7	
	Aristoteles	I	35 16	−1.70	265.6	+ 13	−33	
		II	36 11	−1.70	265.5	+ 23	−23	
	Schickard	I	37 19	−2.38	230.4	+ 28	−18	
		II	41 11	−2.32	229.1	+ 50	+ 4	
	Menelaus	M	41 26	−1.76	255.5	+ 35	−11	?
	Plinius	M	45 2	−1.76	255.6	+ 37	− 9	?
	Tycho	I	48 26	−2.21	232.2	+ 37	− 9	
		II	50 52	−2.24	231.4	+ 22	−24	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Fracastor	I	9h 59m 15s	−1.96	241°8	[− 20″]		
		II	59 51	−1.97	241.4	+ 10	−36″	
	☾ Rand	II	10 11 48	−2.16	233.8	+ 51	+ 5	
						1006		
	Austritte							
	☾ Rand	I	11 28 53	+2.17	131.8	+ 38	−10	
	Krüger	M	31 49	+2.02	126.0	+ 33	−15	?
	Grimaldi	I	32 41	+1.94	122.4	+ 44	− 4	
		II	33 26	+1.92	121.0	+ 15	−33	
	Schickard	II	34 31	+2.32	135.9	+ 31	−17	
	Kepler	M	44 43	+1.82	115.0	+ 34	−14	?
	Tycho	I	46 23	+2.24	133.7	+ 33	−15	
		II	48 23	+2.22	133.1	+ 41	− 7	
	Copernicus	I	52 25	+1.81	114.1	+ 41	− 7	
		II	54 17	+1.81	113.7	+ 62	+14	
	Plato	I	12 1 56	+1.70	100.2	+ 63	+15	
		II	2 51	+1.70	100.2	+ 41	− 7	
	Manilius	M	8 37	+1.77	110.5	+ 71	+23	?
	Aristoteles	M	11 1	+1.70	99.5	+ 66	+18	?
	Menelaus	M	11 31	+1.76	109.4	+ 57	+ 9	?
	Fracastor	II	14 17	+1.95	122.6	+ 69	+21	
	Hercules	II	20 5	+1.70	99.8	[+125]		
	☾ Rand	II	32 41	+1.76	109.8	+ 69	+21	
						808		
Danzig.	Eintritte							
10. ANGER . . .	Tycho	M	9 49 31	−2.24	231.5	+ 35	− 8	
	☾ Rand	II	10 11 47	−2.16	233.8	+ 51	+ 8	
						86		
	Austritt							
	☾ Rand	I	11 28 57	+2.17	131.8	+ 40	0	
Danzig.	Eintritt							
11. DOMCKE . .	☾ Rand	II	10 11 47	−2.16	233.8	+ 51	0	
	Austritt							
	☾ Rand	I	11 29 18	+2.17	131.8	+ 50	0	
Göttingen.	Eintritte							
12. GAUSS . . .	☾ Rand	I	9 9 24	−1.76	255.4	+ 37	− 9	
	Aristarch	M	15 11	−1.76	255.5	+ 41	− 5	?
	Riccioli	M	14 47	−1.90	245.1	+ 29	−17	?
	Grimaldi	M	16 27	−1.92	243.9	+ 45	− 1	?
	Kepler	M	19 53	−1.82	250.2	+ 59	+13	?
	Krüger	M	21 24	−2.01	239.4	+ 45	− 1	?
	Pytheas	M	24 23	−1.76	255.4	+ 58	+12	?
	Copernicus	I	25 19	−1.80	251.8	+ 79	+33	
	Plato	I	26 25	−1.70	265.0	+ 37	− 9	
		II	27 19	−1.70	265.0	+ 55	+ 9	
	Gassendi	I	27 37	−1.99	240.5	+ 30	−16	
		II	28 27	−2.00	239.8	+ 58	+12	
	Calippus	M	34 8	−1.71	262.1	+ 63	+17	?
	Aristoteles	M	34 55	−1.70	265.6	+ 46	0	?
	Eudoxus	M	35 32	−1.70	264.1	+ 49	+ 3	?
	Sulp.Gallus	M	36 58	−1.75	256.8	[+101]		?
	Manilius	I	37 56	−1.77	254.7	+ 58	+12	
		II	38 42	−1.77	254.4	+ 57	+11	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Menelaus	M	$9^h 41^m 24^s$	−1.76	255°5	+ 37″	− 9″	?
	Posidonius	I	42 13	−1.72	261.2	+ 49	+ 3	
		II	43 26	−1.72	261.0	+ 60	+14	
	Dionys	M	45 7	−1.82	250.6	+ 50	+ 4	?
	Tycho	I	48 20	−2.21	232.2	+ 40	− 6	
		II	49 56	−2.24	231.4	+ 37	− 9	
	Censorinus	M	53 9	−1.83	249.9	+ 28	−18	?
	Proclus	M	53 40	−1.75	256.6	+ 32	−14	?
	Taruntius	M	56 45	−1.79	253.2	+ 22	−24	?
	Goclenius	I	59 16	−1.87	246.9	+ 41	− 5	
		II	59 52	−1.87	246.7	+ 47	+ 1	
	☾ Rand	II	10 11 42	−2.16	233.8	+ 54	+ 8	
	Austritte					1343		
	☾ Rand	I	11 28 55	+2.17	131.8	+ 39	−10	
	Riccioli	M	33 1	+1.91	120.5	+ 45	− 4	?
	Krüger	M	31 35	+2.02	126.0	+ 27	−22	?
	Gassendi	I	39 13	+2.00	125.3	+ 34	−15	
		II	40 35	+1.99	124.8	+ 35	−14	
	Aristarch	M	44 40	+1.77	109.6	+ 38	−11	?
	Tycho	I	46 49	+2.24	133.7	+ 45	− 4	
		II	48 29	+2.22	133.1	+ 44	− 5	
	Copernicus	I	52 17	+1.81	114.1	+ 37	−12	
		II	53 53	+1.81	113.7	+ 49	0	
	Pytheas	M	54 30	+1.76	109.8	+ 45	− 4	?
	Laplace	M	56 52	+1.72	104.4	+ 81	+32	?
	Plato	I	12 1 49	+1.70	100.2	+ 59	+10	
		II	2 53	+1.70	100.2	+ 42	− 7	
	Manilius	M	7 53	+1.77	110.5	+ 47	− 2	
	Sulp. Gallus	M	8 48	+1.75	108.8	+ 27	−22	?
	Menelaus	M	11 19	+1.76	109.4	+ 50	+ 1	
	Dionys	M	10 43	+1.81	114.4	+ 42	− 7	?
	Fracastor	M	13 38	+1.96	123.5	+ 74	+25	?
	Plinius	M	14 52	+1.76	109.5	+ 48	− 1	?
	Posidonius	I	16 42	+1.72	103.9	+ 69	+20	
		II	17 50	+1.72	104.0	+ 58	+ 9	
	Censorinus	M	17 57	+1.82	115.0	+ 61	+12	?
	Goclenius	I	20 37	+1.87	118.4	+ 61	+12	
		II	21 6	+1.87	118.0	+ 52	+ 3	
	Proclus	M	24 8	+1.75	108.4	+ 52	+ 3	?
	Picard	M	26 45	+1.75	108.8	+ 58	+ 9	?
	☾ Rand	II	31 51	+1.76	109.8	+ 40	− 9	
						1359		
Göttingen.	Eintritte							
13. Goldschmidt	Aristarch	M	9 14 59	−1.76	255.5	+ 48	− 5	?
	Kepler	M	19 38	−1.82	250.2	+ 67	+14	?
	Mayer	M	21 19	−1.79	253.1	+ 72	+19	?
	Pytheas	M	24 8	−1.76	255.4	+ 66	+13	?
	Copernicus	I	25 12	−1.80	251.8	+ 83	+30	
		II	27 26	−1.81	251.3	+ 49	− 4	
	Plato	I	26 13	−1.70	265.0	+ 44	− 9	
		II	27 39	−1.70	265.0	+ 43	−10	
	Manilius	I	37 45	−1.77	254.7	+ 64	+11	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Manilius	II	9h 39m 8s	−1.77	254°4	+ 43″	−10″	
	Menelaus	M	40 58	−1.76	255.5	+ 51	− 2	?
	Plinius	I	43 40	−1.76	255.8	+ 70	+17	
		II	44 42	−1.76	255.5	+ 61	+ 8	
	Dionys	M	45 16	−1.82	250.6	+ 45	− 8	?
	Tycho	I	48 7	−2.21	232.2	+ 45	− 8	
		II	50 8	−2.24	231.4	+ 42	−11	
	Proclus	M	53 21	−1.75	256.6	+ 43	−10	?
	Goclenius	I	59 12	−1.87	246.9	+ 43	−10	
		II	10 0 6	−1.87	246.7	+ 39	−14	
	☾Rand	II	12 18	−2.16	233.8	+ 37	−16	
	Austritte					1055		
	Grimaldi	I	11 32 30	+1.94	122.4	+ 38	− 1	
		II	33 17	+1.92	121.0	+ 10	−29	
	Marius	M	37 44	+1.82	115.1	[− 78]		?
	Kepler	I	42 21	+1.83	115.8	[− 32]		
		II	43 57	+1.83	115.2	[+ 4]		
	Aristarch	M	44 21	+1.77	109.6	+ 27	−12	?
	Tycho	I	45 57	+2.24	133.7	+ 22	−17	
		II	48 10	+2.22	133.1	+ 35	− 4	
	Mayer	M	50 25	+1.78	111.7	+ 55	+16	?
	Copernicus	I	52 5	+1.81	114.1	+ 30	− 9	
		II	53 52	+1.81	113.7	+ 48	+ 9	
	Pytheas	M	54 31	+1.76	109.8	+ 46	+ 7	?
	Plato	I	12 1 32	+1.70	100.2	+ 49	+10	
		II	2 37	+1.70	100.2	+ 33	− 6	
	Manilius	I	7 33	+1.77	110.7	+ 46	+ 7	
		II	8 22	+1.77	110.5	+ 53	+14	
	Menelaus	I	10 40	+1.76	109.8	+ 32	− 7	
		II	11 25	+1.76	109.6	+ 39	0	
	Dionys	M	10 7	+1.81	114.4	+ 23	−16	?
	Plinius	M	14 40	+1.76	109.5	+ 41	+ 2	?
	Posidonius	II	17 51	+1.72	104.0	+ 59	+20	
	Goclenius	II	21 58	+1.87	118.0	+ 80	+41	
	Proclus	M	23 51	+1.75	108.4	+ 42	+ 3	?
	☾Rand	II	31 15	+1.76	109.8	+ 20	−19	
						828		
Hamburg.	Eintritte							
14. FUNK . . .	☾Rand	I	9 12 30	−1.76	255.4	− 69		
	Galilei	M	13 23	−1.83	250.0	+ 32		? Ganz unzuverlässig
	Aristarch	M	15 28	−1.76	255.5	+ 32		?
	Kepler	M	19 0	−1.82	250.2	+ 88		?
	Euler	M	20 45	−1.75	256.4	+ 54		?
	Mayer	M	24 22	−1.79	253.1	− 31		?
	Copernicus	M	26 3	−1.81	251.5	+ 75		?
	Plato	M	26 14	−1.70	265.0	+ 67		?
	Manilius	M	37 6	−1.77	254.6	+ 98		?
	Posidonius	M	44 56	−1.72	261.1	− 22		?
	Tycho	M	50 0	−2.24	231.5	+ 22		
	Vitruvius	M	52 38	−1.76	255.5	−136		?
	Proclus	M	53 59	−1.75	256.6	+ 21		?
	☾Rand	M	10 11 54	−2.16	233.8	+ 48		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritte							
	Marius	M	11h 36m 39s	+1.82	115°.1	−114″		?
	Kepler	M	46 36	+1.82	115.0	+ 96		?
	Aristarch	M	45 9	+1.77	109.6	+ 41		?
	Tycho	M	49 2	+2.23	133.3	+ 86		
	Mayer	M	51 19	+1.78	111.7	+ 85		?
	Copernicus	M	53 44	+1.81	113.8	+ 63		?
	Timocharis	M	55 0	+1.74	102.6	− 83		?
	Archimed	M	58 41	+1.73	106.2	− 97		?
	Plato	M	12 3 6	+1.70	100.1	+ 76		
	Manilius	M	7 59	+1.77	110.5	+ 50		? Ganz unzuverlässig
	Eudoxus	M	9 16	+1.70	101.2	− 4		?
	Menelaus	M	13 12	+1.76	109.4	+114		?
	Dionys	M	11 31	+1.81	114.4	+ 69		?
	Plinius	M	15 57	+1.76	109.5	+ 85		?
	Ross	M	17 34	+1.77	110.3	+175		?
	Hercules	M	19 43	+1.70	99.6	+134		?
	Macrobius	M	25 3	+1.74	106.8	+105		?
	☾ Rand	II	32 40	+1.76	109.8	+ 68		
Hamburg.	Eintritte							
15. Rümker. . .	Galilei	M	9 11 17	−1.83	250.0	[+ 2]		?
	Aristarch	M	15 12	−1.76	255.5	+ 41	+ 2″	?
	Grimaldi	M	16 33	−1.92	243.9	+ 42	+ 3	?
	Heraclid	M	16 44	−1.71	262.1	[+133]		?
	Kepler	M	20 28	−1.82	250.2	+ 40	+ 1	?
	Helicon	M	21 25	−1.72	261.9	+ 82	+43	?
	Mayer	M	24 13	−1.79	253.1	[− 26]		?
	Copernicus	M	26 42	−1.81	251.5	+ 54	+15	?
	Plato	M	27 6	−1.70	265.0	+ 37	− 2	?
	Eratosthen.	M	26 58	−1.78	254.2	[+131		?
	Timocharis	M	30 12	−1.75	257.3	− 67]		?
	Bulliald	M	35 46	−2.01	239.6	+ 43	+ 4	?
	Manilius	M	38 52	−1.77	254.6	+ 38	− 1	?
	Menelaus	M	41 40	−1.76	255.5	+ 27	−12	
	Dionys	M	46 2	−1.82	250.6	+ 20	−19	?
	Tycho	I	48 5	−2.21	232.2	+ 46	+ 7	
		M	49 22	−2.24	231.5	+ 39	0	
		II	50 13	−2.24	231.4	+ 40	+ 1	
	Messala	M	49 1	−1.70	264.0	+ 39	0	?
	Proclus	M	54 2	−1.75	256.6	+ 19	−20	?
	Taruntius	M	53 9	−1.79	253.2	[+142]		?
	Langrenus	M	10 4 40	−1.86	247.7	+ 17	−22	?
	Snellius	M	6 39	−2.02	239.2	+ 36	− 3	?
	☾ Rand	II	12 5	−2.16	233.8	+ 43	+ 4	
	Austritte					703		
	Grimaldi	M	11 33 27	+1.92	121.4	+ 39	−15	?
	Schickard	M	33 59	+2.29	135.3	+ 54	0	?
	Galilei	M	37 47	+1.82	114.9	+ 48	− 6	
	Gassendi	M	37 45	+2.02	126.0	[− 29]		?
	Kepler	M	44 49	+1.82	115.0	+ 38	−16	?
	Aristarch	M	44 45	+1.77	109.6	+ 54	0	?
	Tycho	I	47 7	+2.24	133.7	+ 53	− 1	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Tycho	M	11h 47m 32s	+2.23	133°3	+ 46″	− 8″	
		II	48 9	+2.22	133.1	+ 35	−19	
	Bulliald	M	47 2	+2.01	125.6	+ 41	−13	?
	Landsberg	M	51 16	+1.85	117.1	[+135]		?
	Heraclid	M	51 53	+1.72	103.6	[+ 5]		?
	Copernicus	M	53 21	+1.81	113.8	+ 50	− 4	?
	Reinhold	M	52 25	+1.83	115.9	+ 93	+39	?
	Eratosthen.	M	54 39	+1.78	112.0	[− 63]		?
	Manilius	M	12 8 16	+1.77	110.5	+ 60	+ 6	?
	Menelaus	M	11 29	+1.76	109.4	+ 56	+ 2	?
	Dionys	M	11 7	+1.81	114.4	+ 56	+ 2	?
	Plinius	M	15 28	+1.76	109.5	+ 69	+15	?
	Snellius	M	18 12	+2.00	125.4	+ 74	+20	?
	Petavius	M	21 6	+1.94	122.3	+ 62	+ 8	?
	Proclus	M	24 50	+1.75	108.4	+ 76	+22	?
	Cleomed	M	22 27	+1.72	104.4	[− 56]		?
	Langrenus	M	24 50	+1.85	117.0	+ 26	−28	?
	☾ Rand	II	32 10	+1.76	109.8	+ 54	− 3	
						1081		
Hamburg.	Eintritte							
16. SCHMIDT . .	☾ Rand	I	9 8 56	−1.76	255.4	+ 52	+ 8	
	Aristarch	I	14 26	−1.76	255.8	+ 61	+17	
	Riccioli	M	14 11	−1.90	245.1	+ 47	+ 3	
	Grimaldi	I	15 36	−1.91	244.7	+ 35	− 9	
		II	17 16	−1.94	242.9	+ 60	+16	
	Harpalus	M	18 11	−1.70	264.6	+ 51	+ 7	
	Kepler	I	19 53	−1.82	250.1	+ 49	+ 5	
	Pytheas	I	24 56	−1.76	255.3	+ 33	−11	
		II	25 16	−1.76	255.3	+ 34	−10	
	Copernicus	I	25 31	−1.80	251.8	+ 72	+28	»sehr unsicher«
		M	25 36	−1.81	251.5	+ 90	+46	»sehr unsicher«
		II	26 6	−1.81	251.3	+ 45	+ 1	»sehr unsicher«
	Plato	I	25 56	−1.70	265.0	+ 54	+10	
	Gassendi	I	26 56	−1.99	240.5	+ 51	+ 7	
		II	28 51	−2.00	239.8	+ 46	+ 2	
	Archimed	I	29 20	−1.73	259.3	+ 51	+ 7	
		M	30 16	−1.73	259.3	+ 40	− 4	»unsicher«
		II	30 36	−1.73	259.2	+ 55	+11	
	Aristoteles	I	34 16	−1.70	265.6	+ 48	+ 4	»ungenau«
	Eudoxus	I	35 16	−1.70	264.2	+ 41	− 3	»unsicher«
		II	35 56	−1.70	264.0	+ 53	+ 9	»unsicher«
	Schickard	I	37 4	−2.38	230.4	+ 34	−10	
		M	39 6	−2.30	229.7	+ 42	− 2	
		II	40 46	−2.32	229.1	+ 61	+17	
	Manilius	I	38 16	−1.77	254.7	+ 46	+ 2	
	Menelaus	M	42 16	−1.76	255.5	+ 7	−37	
	Posidonius	I	43 11	−1.72	261.2	+ 15	−29	
		II	43 46	−1.72	261.0	+ 48	+ 4	
	Hercules	I	42 46	−1.70	265.4	[− 8]		
	Endymion	I	42 51	−1.69	267.5	+ 23	−21	
		II	44 1	−1.69	266.8	+ 40	− 4	
	Plinius	M	44 16	−1.76	255.6	+ 63	+19	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Dionys	M	9h 45m 6s	−1.82	250°6	+ 51″	+ 7″	
	Tycho	I	49 6	−2.21	232.2	+ 19	−25	
		M	49 46	−2.24	231.5	+ 29	−15	
		II	50 36	−2.24	231.4	+ 29	−15	
	Proclus	M	54 21	−1.75	256.6	+ 8	−36	
	Fracastor	I	57 16	−1.96	241.8	+ 41	− 3	
		M	57 51	−1.96	241.9	+ 47	+ 3	
		II	58 36	−1.97	241.4	+ 48	+ 4	
	Langrenus	II	10 4 21	−1.86	247.3	+ 43	− 1	»unsicher«
	☾ Rand	II	12 1	−2.16	233.8	+ 45	+ 1	
	Austritte					1807		
	☾ Rand	I	11 27 46	+2.17	131.8	+ 7	−49	
	Riccioli	M	29 46	+1.91	120.5	[− 57]		
	Grimaldi	M	33 36	+1.92	121.4	+ 43	−13	»unsicher«
	Schickard	II	34 4	+2.32	135.9	+ 19	−37	
	Seleucus	M	37 6	+1.78	111.5	[− 36]		
	Gassendi	I	39 46	+2.00	125.3	+ 50	− 6	
		II	40 46	+1.99	124.8	+ 41	−15	
	Kepler	II	45 26	+1.83	115.2	+ 53	− 3	
	Aristarch	I	44 36	+1.77	109.9	+ 42	−14	
		II	45 9	+1.76	109.6	+ 44	−12	
	Tycho	I	46 38	+2.24	133.7	+ 40	−16	
		M	47 36	+2.23	133.3	+ 47	− 9	
		II	48 41	+2.22	133.1	+ 49	− 7	
	Bulliald	II	47 24	+2.01	125.5	+ 32	−24	
	Pitatus	II	49 41	+2.08	128.6	+ 29	−27	
	Euler	M	50 46	+1.76	109.3	+ 19	−37	
	Copernicus	I	52 20	+1.81	114.1	+ 39	−17	
		M	53 16	+1.81	113.8	+ 47	− 9	
		II	54 56	+1.81	113.7	+ 84	+28	
	Harpalus	M	53 31	+1.70	100.5	+ 53	− 3	
	Pytheas	M	55 31	+1.76	109.8	+ 80	+24	
	Eratosthen.	II	58 56	+1.78	111.0	+ 61	+ 5	
	Timocharis	I	58 46	+1.74	107.3	+ 58	+ 2	
	Ptolomaeus	II	12 0 51	+1.89	119.7	+ 63	+ 7	
	Archimed	II	4 1	+1.73	105.7	+ 61	+ 5	
	Plato	I	2 6	+1.70	100.2	+ 69	+13	
		II	3 11	+1.70	100.2	+ 53	− 3	
	Pico	M	2 31	+1.71	101.4	+ 64	+ 8	
	Manilius	I	7 56	+1.77	110.7	+ 59	+ 3	
		II	8 31	+1.77	110.5	+ 58	+ 2	
	Eudoxus	II	11 26	+1.70	101.0	+ 54	− 2	
	Aristoteles	I	10 31	+1.70	99.6	+ 70	+14	
	Menelaus	M	12 6	+1.76	109.4	+ 77	+21	
	Bessel	M	12 41	+1.74	107.5	+ 61	+ 5	
	Fracastor	I	13 1	+1.96	123.3	+ 83	+27	
		II	13 56	+1.95	122.6	+ 58	+ 2	
	Plinius	M	15 36	+1.76	109.5	+ 73	+17	
	Posidonius	I	16 51	+1.72	103.9	+ 74	+18	
		M	17 16	+1.72	104.0	+ 67	+11	
		II	18 3	+1.72	104.0	+ 66	+10	
	Hercules	II	19 51	+1.70	99.8	[+117]		

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Endymion II	12h 20m 6s	+1.69	98°3	+ 64″	+ 8″	
	Taruntius M	24 6	+1.78	112.1	+ 63	+ 7	
	Proclus M	24 36	+1.75	108.4	+ 68	+12	
	Langrenus M	26 22	+1.85	117.0	+ 76	+20	»unsicher«
	☾Rand II	32 51	+1.76	109.8	+ 75	+19	
					2393		
Hamburg.	Eintritte						
17. WEYER . . .	Copernicus M	9 26 14	−1.81	251.5	+ 69	+19	?
	Plato M	26 52	−1.70	265.0	+ 45	− 5	?
	Aristoteles I	33 58	−1.70	265.6	+ 59	+ 9	
	Eudoxus M	35 43	−1.70	264.1	+ 42	− 8	?
	Manilius M	37 53	−1.77	254.6	+ 72	+22	?
	Menelaus I	41 19	−1.76	255.5	+ 37	−13	
	Posidonius M	44 54	−1.72	261.1	[− 21]		?
	Tycho I	48 3	−2.21	232.2	+ 47	− 3	
	II	50 28	−2.24	231.4	+ 33	−17	
	Austritte				404		
	Galilei I	11 37 57	+1.82	114.9	+ 57	−18	
	II	38 31	+1.82	114.8	+ 71	− 4	
	Plato M	12 3 38	+1.70	100.1	+ 94	+19	?
	Menelaus M	11 30	+1.76	109.4	+ 56	−19	?
	Plinius M	15 37	+1.76	109.5	+ 74	− 1	?
	Vitruvius M	22 7	+1.75	107.7	[+184]		?
	Cleomed M	26 43	+1.72	104.4	+ 92	+17	?
	Messala M	28 25	+1.70	100.7	[+213]		?
	☾Rand II	33 1	+1.76	109.8	+ 80	+ 5	
					524		
Krakau.	Eintritt						
18. WEISSE . . .	☾Rand II	10 8 34	−2.16	233.8	[+141]		»gut«
	Austritt						
	☾Rand II	12 34 9	+1.76	109.8	[+119]		»nicht ganz gewiss«
Marburg.	Austritte						
19. FÜRSTENAU .	☾Rand I	11 30 34	+2.17	131.8	[+ 85]		
	Marius M	38 8	+1.82	115.1	[− 65]		?
Marburg.	Eintritte						
20. GERLING . .	☾Rand I	9 8 25	−1.76	255.4	+ 70	+21	
	Aristarch M	14 48	−1.76	255.5	+ 55	+ 6	?
	Kepler M	21 28	−1.82	250.2	[+ 7]		?
	Copernicus M	26 42	−1.81	251.5	+ 54	+ 5	?
	Plato M	26 55	−1.70	265.0	+ 43	− 6	?
	Manilius M	38 42	−1.77	254.6	+ 44	− 5	?
	Tycho M	49 48	−2.24	231.5	+ 28	−21	?
	Proclus M	53 36	−1.75	256.6	+ 34	−15	?
	☾Rand II	10 11 19	−2.16	233.8	+ 64	+15	
	Austritte				392		
	☾Rand I	11 27 20	+2.17	131.8	[− 5]		
	Grimaldi M	33 5	+1.92	121.4	+ 27	−23	?
	Aristarch M	44 44	+1.77	109.6	+ 40	−10	?
	Tycho M	47 45	+2.23	133.3	+ 51	+ 1	?
	Manilius M	12 8 8	+1.77	110.5	+ 55	+ 5	?
	☾Rand II	32 52	+1.76	109.8	+ 75	+25	
					248		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Marburg.	Austritte							
21. Günste . . .	Kepler	M	11h 46m 9s	+1.82	115°.0	+ 81″	+21″	?
	Menelaus	M	12 12 0	+1.76	109.4	+ 73	+13	?
	Plinius	M	15 26	+1.76	109.5	+ 68	+ 8	?
	Macrobius	M	22 36	+1.74	106.8	+ 20	−40	?
	Petavius	M	26 34	+1.94	122.3	[+232]		?
						242		
Marburg.	Eintritt							
22. Schorre . .	Picard	M	9 56 2	−1.76	256.3	+ 45	0	?
	Austritt							
	☾ Rand	I	11 30 30	+2.17	131.8	[+ 83]		
Rom.	Austritte							
23.	☾ Rand	I	11 29 32	+2.17	131.8	+ 56	+ 6	
	Schickard	M	33 57	+2.29	135.3	+ 53	+ 3	?
	Kepler	I	43 48	+1.83	115.8	+ 16	−34	
		M	44 52	+1.82	115.0	+ 39	−11	
	Tycho	I	46 55	+2.24	133.7	+ 48	− 2	
		M	47 40	+2.23	133.3	+ 49	− 1	
		II	48 21	+2.22	133.1	+ 40	−10	
	Copernicus	I	52 2	+1.81	114.1	+ 29	−21	
		M	52 58	+1.81	113.8	+ 37	−13	
		II	53 58	+1.81	113.7	+ 52	+ 2	
	Eratosthen.	M	57 41	+1.78	112.0	+ 39	−11	?
	Timocharis	M	59 11	+1.74	102.6	+ 61	+11	?
	Archimed	M	12 4 28	+1.73	106.2	+104	+54	
	Plato	I	1 46	+1.70	100.2	+ 57	+ 7	
		M	2 30	+1.70	100.1	+ 54	+ 4	
		II	2 58	+1.70	100.2	+ 45	− 5	
	Manilius	I	8 1	+1.77	110.7	+ 62	+12	
		II	8 22	+1.77	110.5	+ 53	+ 3	
	Menelaus	M	13 6	+1.76	109.4	[+111]		? »Schatten schlecht begrenzt«
	Fracastor	M	11 17	+1.96	123.5	[+ 2]		?
	Plinius	M	15 22	+1.76	109.5	+ 65	+15	
						959		
Rom.	Eintritt							
24.	☾ Rand	II	10 11 30	−2.16	233.8	+ 59	0	
	Austritte							
	☾ Rand	I	11 30 48	+2.17	131.8	+ 91	+35	
	Schickard	M	34 0	+2.29	135.3	+ 54	− 2	?
	Kepler	M	44 50	+1.82	115.0	+ 38	−18	
	Copernicus	M	53 0	+1.81	113.8	+ 38	−18	
	Stöfler	M	56 50	+2.16	134.4	+ 89	+33	?
	Albategnius	M	12 3 51	+1.90	120.0	[+111]		?
	Fracastor	M	11 17	+1.96	123.5	[+ 2]		? »Schlecht
	Posidonius	M	16 7	+1.72	104.0	+ 27	−29	? begrenzt«
						337		

1. Altona, Dr. Olde; Ramsden 24 Lin. Oeffnung
2. » Petersen; Plössl'scher Dialyt 35 Lin. Oeffnung
3. » H. C. Schumacher; Fraunhofer 34 Lin. Oeffnung
4. » Richard Schumacher; Fraunhofer 20 Lin. Oeffn.

} A. N. 22, 43.

5. Berlin, GALLE; Heliometer. . . . . Berlin 3, 236.
6. » GÖTZE . . . . A. N. 22, 231.
7. Brüssel, HOUZEAU }
8. » LIAGRE } . . . . A. N. 22, 331.
9. » QUETELET }
10. Danzig, ANGER; 5füss. Fraunhofer 43 Lin. Oeffn. }
11. » DOMCKE; 22zöll. Plössl'sch. Dialyt 25¾ Lin. Oeffn. } A. N. 22, 161.
12. Göttingen, GAUSS }
13. » GOLDSCHMIDT } . . . . A. N. 22, 31.
14. Hamburg, FUNK }
15. » RÜMKER }
16. » SCHMIDT; 3½füss. Telesc. 100fache Vergr. } . . A. N. 22, 43.
17. » WEYER }
18. Krakau, WEISSE . . . . A. N. 23, 103.
19. Marburg, FÜRSTENAU }
20. » GERLING; 5füss. Fraunhofer 54fache Vergr. }
21. » GÜNSTE } . A. N. 22, 355.
22. » SCHORRE }
23. Rom, Beobachter nicht genannt; Cauchoix }
24. » » » » ; Dollond } . . . . . . A. N. 22, 61.

H. C. SCHUMACHER sah Aristarch im Schatten als hellen Punkt, fast einem schwachen Sterne gleich; $11^h 22^m$ m. Gr. Zt. war er am hellsten. GAUSS schreibt: »Während der totalen Verfinsterung erschien der vom Mittelpunkte des Schattens entfernteste Mondrand in schönem lichten Blau, das übrige in dunklem Kupferroth.« Die Reihe von FUNK wird als ganz unzuverlässig fortgelassen. Dass dieser Beobachter auf dem Monde gar nicht Bescheid gewusst hat, kann man schon daran erkennen, dass er häufig nur die beobachtete Zeit mit der Bemerkung »Anon.« angiebt. Auch RUMKER liefert einigemal diese ganz unbrauchbare Angabe, wodurch die früher über diesen Beobachter gemachten Bemerkungen nur bestätigt werden. SCHMIDT bemerkt: »$10^h 42^m 56^s$ m. Gr. Zt. leuchtende Erscheinung von West nach Ost am Mare foecunditatis vorüberziehend. $11^h 35^m$ am südl. Theile des Schattenrandes viel blaugraues Licht mit grünem Anfluge, am Nordrande weniger.« Das SCHMIDT'sche Manuscript enthält folgende Abweichungen:

Eintr.:	Kepler I	$9^h 59^m 47^s$	statt	$59^m 37^s$	Austr.:	Grimaldi »I (od. II?)«		statt	»M(??)«
»	Copernicus M	10 5 30	»	5 35	»	Gassendi I	$19^m 40^s$	»	$19^m 30^s$
»	Eudoxus II	15 50	»	15 55	»	Euler M	ohne ?	»	?
»	Tycho M	29 40	»	29 41	»	Menelaus M	$52^m 0^s$	»	$52^m 6^s$

Ich nehme die jedenfalls zuverlässigeren Angaben des Manuscripts an. FÜRSTENAU, GÜNSTE und SCHORRE, Schüler GERLING's, benutzten ebenfalls den Fraunhofer, nur bei ☾Rand I Austr. hatten FÜRSTENAU und SCHORRE geringere Fernröhre. Die Beobachter am Collegio Romano geben eine genaue Beschreibung des Verlaufes, namentlich der Sichtbarkeit einzelner Flecke während der Totalität. Bemerkenswerth ist die Notiz: »12^h^ 8^m^ m. Gr. Zt. l'ombra termina a zig-zag.«

Diese Finsterniss ist nach der Anzahl sowohl der Beobachter, als auch der Beobachtungen am allereifrigsten beobachtet und wird hierin von keiner anderen Mondfinsterniss erreicht. Den resultirenden Werth von V darf man daher für recht sicher bestimmt halten.

Berechnet sind 494 Radien,
ausgeschlossen . . . 72 » ,
also benutzt . . . . 422, nämlich 211 Eintritte und 211 Austritte.

30.

Mondfinsterniss am 24. November 1844.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Dorpat.	Eintritte							
1. MÄDLER . . .	☾ Rand	I	$9^h 49^m 56^s$	−2.26	276°.5	+ 26″	−12″	
	Krüger	M	51 11	−2.26	277.1	+ 48	+10	?
	Riccioli	M	52 3	−2.33	283.1	+ 48	+10	?
	Grimaldi	M	52 19	−2.31	281.5	+ 51	+13	?
	Zupus	M	54 1	−2.26	276.5	+ 66	+28	?
	Billy	M	55 55	−2.27	277.8	+ 43	+ 5	?
	Gassendi	M	59 54	−2.26	276.2	+ 33	− 5	?
	Flamsteed	M	59 2	−2.31	281.3	+ 53	+15	?
	Galilei	M	59 6	−2.41	287.9	+ 25	−13	?
	Campanus	M	10 4 2	−2.23	272.0	+ 44	+ 6	?
	Capuanus	M	4 39	−2.22	269.9	+ 48	+10	?
	Mercator	M	4 39	−2.23	271.4	+ 54	+16	?
	Kepler	M	5 16	−2.37	286.0	+ 48	+10	?
	Lubienitzky	M	6 8	−2.25	275.5	+ 52	+14	?
	Bulliald	M	6 49	−2.24	274.4	+ 42	+ 4	?
	Aristarch	M	8 0	−2.50	292.2	+ 54	+16	?
	Pitatus	M	10 24	−2.23	270.9	+ 38	0	?
	Tycho	I	10 42	−2.21	266.7	+ 29	− 9	
		II	12 29	−2.21	266.6	+ 26	−12	
	Copernicus	M	13 47	−2.37	285.7	+ 48	+10	?
	Pytheas	M	17 53	−2.45	290.2	+ 35	− 3	?
	Heraclid	M	22 19	−2.66	298.2	+ 41	+ 3	?
	Pythagoras	II	24 54	−2.78	302.1	[+181]		
	Harpalus	M	25 59	−2.77	301.7	+ 44	+ 6	?
	Laplace	M	27 17	−2.68	299.2	[+ 7]		?

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Archimed	I	10h 28m 4s	−2.51	292.7	+ 36″	− 2″	
		II	29 46	−2.52	293.2	+ 41	+ 3	
	Manilius	M	30 35	−2.37	286.1	+ 34	− 4	?
	Dionys	M	32 14	−2.30	281.1	+ 29	− 9	?
	Menelaus	M	33 59	−2.38	286.4	+ 48	+10	?
	Pico	M	32 50	−2.67	298.6	+ 38	0	?
	Plato	I	34 28	−2.71	300.1	+ 22	−16	
		II	36 10	−2.73	300.5	+ 30	− 8	
	Plinius	M	38 16	−2.37	285.6	+ 31	− 7	?
	Calippus	M	38 16	−2.58	295.6	+ 29	− 9	?
	Eudoxus	M	41 38	−2.62	297.3	+ 34	− 4	?
	Goclenius	M	41 59	−2.25	275.2	+ 36	− 2	?
	Vitruvius	M	42 22	−2.39	286.7	+ 31	− 7	?
	Posidonius	I	43 53	−2.49	292.0	+ 25	−13	
		II	45 24	−2.50	292.3	+ 27	−11	
	Aristoteles	M	43 33	−2.69	299.2	+ 29	− 9	?
	Messier	M	44 39	−2.28	278.3	+ 37	− 1	?
	Taruntius	M	46 8	−2.31	281.3	+ 33	− 5	?
	Proclus	M	47 26	−2.37	285.3	+ 57	+19	?
	Hercules	M	49 43	−2.62	297.3	+ 27	−11	?
	Picard	M	50 29	−2.37	286.0	+ 34	− 4	?
	Firmicus	M	52 14	−2.31	281.8	+ 27	−11	?
	Struve	M	55 58	−2.58	295.6	+ 25	−13	?
	☾Rand	II	58 19	−2.49	291.9	+ 31	− 7	
	Austritte					1787		
	☾Rand	I	12 32 10	+2.49	57.4	+ 57	+ 7	
	Grimaldi	M	35 35	+2.30	67.5	+ 23	−27	?
	Krüger	M	38 30	+2.26	72.1	+ 43	− 7	?
	Aristarch	M	39 49	+2.50	56.8	+ 38	−12	?
	Harpalus	M	42 35	+2.77	47.6	+ 48	− 2	?
	Billy	M	42 49	+2.27	71.4	+ 42	− 8	?
	Kepler	M	45 25	+2.38	63.0	+ 50	0	?
	Heraclid	M	45 0	+2.65	51.1	+ 44	− 6	?
	Laplace	M	47 45	+2.67	50.6	+ 42	− 8	?
	Gassendi	M	48 20	+2.26	73.0	+ 66	+16	?
	Plato	I	52 55	+2.73	48.7	+ 42	− 8	
		II	54 57	+2.71	49.2	+ 42	− 8	
	Pytheas	M	52 46	+2.45	59.2	+ 48	− 2	?
	Copernicus	M	53 50	+2.37	63.3	+ 36	−14	?
	Campanus	M	54 30	+2.28	77.2	+ 47	− 3	?
	Pico	M	55 5	+2.66	50.8	+ 51	+ 1	?
	Mercator	M	55 50	+2.23	77.8	+ 53	+ 3	?
	Capuanus	M	55 55	+2.22	79.3	+ 47	− 3	?
	Archimed	I	59 25	+2.51	56.2	+ 54	+ 4	
		II	13 0 55	+2.50	56.6	+ 48	− 2	
	Pitatus	M	1 11	+2.22	78.4	+ 48	− 2	?
	Tycho	I	1 53	+2.21	82.5	+ 49	− 1	
		II	3 30	+2.21	82.6	+ 48	− 2	
	Aristoteles	M	4 10	+2.68	50.2	+ 41	− 9	?
	Eudoxus	M	6 10	+2.62	52.3	+ 51	+ 1	?
	Manilius	M	10 25	+2.32	63.0	+ 63	+13	?
	Menelaus	M	13 30	+2.33	62.5	+ 50	0	?



Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Posidonius	M	$13^h16^m45^s$	+2.49	57°.2	+ 56″	+ 6″	?
	Dionys	M	16 50	+2.31	68.1	+ 59	+ 9	?
	Plinius	M	18 35	+2.37	63.4	+ 65	+15	?
	Vitruvius	M	21 11	+2.38	62.8	+ 46	− 4	?
	Struve	M	23 15	+2.56	54.2	+ 68	+18	?
	Proclus	M	28 25	+2.37	63.8	+ 49	− 1	?
	Goclenius	M	30 50	+2.25	74.0	+ 58	+ 8	?
	Messier	M	31 50	+2.27	71.1	+ 63	+13	?
	Picard	M	32 15	+2.35	65.0	+ 65	+15	?
	Firmicus	M	36 10	+2.31	67.7	+ 67	+17	?
	☾ Rand	II	40 25	+2.26	72.8	+ 48	− 2	
						1915		
Hamburg.	Eintritte							
2. Funk	Hipparch	M	10 22 6	−2.28	279.1	+ 74	+12	?
	Sulp.Gallus	M	32 6	−2.41	288.0	+ 62	0	?
	Plinius	M	35 30	−2.37	285.6	[+101]		?
	Proclus	M	47 36	−2.37	285.3	+ 53	− 9	?
	Atlas	M	49 6	−2.62	297.1	+ 77	+15	?
	Picard	M	52 48	−2.37	286.0	[− 24]		?
	☾ Rand	II	57 52	−2.49	291.9	+ 42	−20	
						308		
Hamburg.	Eintritte							
3. Rümker . . .	Helicon	M	10 17 6	−2.55	294.6	[+235]		?
	Timocharis	M	20 6	−2.47	291.1	+126	+32	?
	Manilius	M	27 6	−2.37	286.1	+122	+28	?
	Dionys	M	28 6	−2.30	281.1	+137	+43	?
	Menelaus	M	32 6	−2.38	286.4	+ 95	+ 1	?
	Plato	M	33 6	−2.71	299.8	+ 75	−19	
	Proclus	M	47 12	−2.37	285.3	+ 63	−31	? »sicher«
	Cleomed	M	48 51	−2.42	288.6	+125	+31	?
	Messala	M	53 6	−2.53	293.7	+ 55	−39	?
	☾ Rand	II	57 40	−2.49	291.9	+ 47	−47	
						845		
Hamburg.	Eintritte							
4. Schmidt . . .	Eratosthen.	M	10 21 6	−2.39	287.2	[+ 10]		
	Manilius	M	30 6	−2.37	286.1	+ 46	−16	
	Menelaus	M	31 6	−2.38	286.4	[+121]		
	Plato	M	33 6	−2.71	299.8	+ 75	+13	
	Bessel	M	35 6	−2.42	288.5	+ 79	+17	?
	Plinius	M	33 6	−2.37	285.6	[+162]		
	Fracastor	II	34 6	−2.23	271.9	+ 57	− 5	
	Goclenius	M	40 6	−2.25	275.2	+ 86	+24	
	Posidonius	I	42 6	−2.49	292.0	+ 68	+ 6	
		M	43 6	−2.49	292.0	+ 61	− 1	
	Proclus	M	47 38	−2.37	285.3	+ 52	−10	
	Atlas	M	50 3	−2.62	297.1	+ 55	− 7	
	Endymion	M	52 6	−2.67	298.7	+ 60	− 2	
	☾ Rand	II	58 1	−2.49	291.9	+ 39	−23	»gut«
						678		
Krakau.	Austritt							
5. Weisse . . .	☾ Rand	II	13 40 35	+2.26	72.8	+ 53	0	»ungewiss durch Wolken«

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Rom.	Eintritte							
6. De Vico . . .	☾ Rand	I	9h 49m 29s	−2.26	276°5	+ 38″	−19″	
	Mersenius	M	55 17	−2.25	275.0	+ 68	+11	?
	Gassendi	M	57 10	−2.26	276.2	+105	+48	?
	Maginus	I	10 10 6	−2.21	264.5	+ 92	+35	
		M	11 19	−2.21	264.5	+ 87	+30	
	Alphons	I	12 53	−2.25	275.9	[+131]		
		M	13 41	−2.25	275.8	[+141]		
		II	15 32	−2.25	275.8	[+117]		
	Eratosthen.	M	17 34	−2.39	287.2	+ 98	+41	?
	Menelaus	M	33 27	−2.38	286.4	+ 61	+ 4	?
	Plato	I	33 53	−2.71	300.1	+ 35	−22	
		M	34 23	−2.71	299.8	+ 46	−11	
		II	35 14	−2.73	300.5	+ 50	− 7	
	Plinius	M	37 44	−2.37	285.6	+ 45	−12	?
	Fracastor	M	39 37	−2.23	272.3	[−112]		?
	Posidonius	I	42 57	−2.49	292.0	+ 48	− 9	
		M	44 4	−2.49	292.0	+ 37	−20	
		II	45 13	−2.50	292.3	+ 31	−26	
	Proclus	M	48 18	−2.37	285.3	+ 35	−22	?
	☾ Rand	II	57 25	−2.49	291.9	+ 29	−28	
						905		
	Austritte							
	☾ Rand	I	12 31 19	+2.49	57.4	+ 36	+ 1	
	Kepler	M	43 8	+2.38	63.0	[− 8]		?
	Plato	I	52 30	+2.73	48.7	+ 33	− 2	
		M	53 3	+2.73	48.7	+ 25	−10	
		II	54 4	+2.71	49.2	+ 22	−13	
	Copernicus	M	53 3	+2.37	63.3	+ 16	−19	
		II	55 4	+2.37	63.7	+ 47	+12	
	Bulliald	M	56 1	+2.24	74.8	+ 42	+ 7	
	Eratosthen.	M	57 10	+2.40	61.6	+ 18	−17	
	Archimed	M	59 35	+2.51	56.3	+ 39	+ 4	
	Alphons	M	13 3 22	+2.26	72.6	[− 18]		
	Manilius	M	9 37	+2.32	63.0	+ 31	− 4	
	Posidonius	M	15 55	+2.49	57.2	+ 36	+ 1	?
	Plinius	M	18 4	+2.37	63.4	+ 52	+17	?
	Fracastor	M	25 1	+2.23	77.6	+ 65	+30	?
	Proclus	M	27 15	+2.37	63.8	+ 19	−16	?
	Langrenus	M	36 2	+2.25	73.9	+ 47	+12	?
	☾ Rand	II	39 34	+2.26	72.8	+ 26	− 9	
						554		

1. Dorpat, Mädler; grosser Refractor. . . . . A. N. 22, 361.
2. Hamburg, Funk; 4füss. Refractor
3. » Rümker; 6füss. Refractor } . . . . A. N. 22, 365.
4. » Schmidt; 60fache Vergr.
5. Krakau, Weisse. A. N. 23, 103.
6. Rom, De Vico . . . . A. N. 22, 327.

In Dorpat war heitere ruhige Luft; »während der ganzen Dauer der Finsterniss blieben alle Mondflecke, auch die kleinsten, sichtbar.

Der Erdschatten zeigte schon 10^m nach dem Eintritte der Finsterniss deutlich einen röthlichen Schimmer, der fortwährend an Intensität zunahm; die äusseren Randgegenden desselben waren grau und beim Eintritt der totalen Verfinsterung schön blau. Während der totalen Verfinsterung erschien der südliche Theil des Mondes bis über den Aequator hinaus im tiefrothen, der nördliche im bläulichen Lichte.« In Hamburg war die Witterung sehr ungünstig. Das SCHMIDT'sche Manuscript enthält folgende Abweichungen:

Eratosthenes M	Eintr. 11^h 1^m	fehlt in A. N.
Manilius	M	»
Menelaus	»M 11^h 11^m«	statt »11^h 11^m.5«
Plinius M	11 13	fehlt in A. N.
Goclenius M	11 20	»

Berechnet sind 157 Radien,
ausgeschlossen . . . 14 » ,
also benutzt . . . . 143, nämlich 88 Eintritte und 55 Austritte.

31.

Mondfinsterniss am 13. November 1845.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte							
1. ENCKE . . .	☾ Rand	l	11^h 8^{m}54^s	−2.36	231°.7	+ 67″	+21″	»am Sucher«
	Aristarch	M	16 37	−2.38	230.7	+ 32	−14	?
	Kepler	M	22 1	−2.57	224.0	+ 50	+ 4	?
	Copernicus	M	30 18	−2.58	223.7	+ 49	+ 3	?
	Pytheas	M	27 5	−2.43	228.6	+ 56	+10	?
	Manilius	M	44 27	−2.55	224.8	+ 62	+16	?
	Menelaus	M	48 32	−2.55	224.6	+ 39	− 7	?
	Posidonius	M	50 41	−2.39	230.4	+ 32	−14	?
	Plinius	M	53 30	−2.56	224.2	+ 36	−10	?
	Tycho	M	12 10 8	−5.55	192.4	+ 32	−14	?
	Austritte					455		
	Tycho	M	13 11 6	+5.58	148.9	+ 34	−10	?
	Kepler	M	36 14	+2.52	117.4	+ 38	− 6	?
	Aristarch	M	40 53	+2.38	110.6	+ 37	− 7	?
	Copernicus	M	44 29	+2.52	117.5	+ 47	+ 3	?
	Pytheas	M	49 42	+2.44	112.7	+ 53	+ 9	?
	Manilius	M	14 0 20	+2.56	116.9	+ 43	− 1	?
	Menelaus	M	4 49	+2.51	115.3	+ 55	+11	?
						307		

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte						
2. GALLE. . . .	Aristarch M	11h 16m 10s	−2.38	230°.7	+ 44″	+ 3″	?
	Kepler M	22 10	−2.57	224.0	+ 46	+ 5	?
	Copernicus M	30 40	−2.58	223.7	+ 41	0	?
	Tycho M	12 10 10	−5.55	192.4	+ 32	− 9	?
					163		
	Austritte						
	Tycho M	13 11 20	+5.58	148.9	+ 36	− 5	?
	Aristarch M	41 0	+2.38	110.6	+ 40	− 1	?
	Copernicus M	44 30	+2.52	117.5	+ 47	+ 6	?
					123		
Leipzig.	Eintritt						
3. JAHN	☾Rand I	11 9 23	−2.36	231.7	+ 55	0	
Rom.	Eintritte						
4. PALOMBA . . .	☾Rand I	11 5 29	−2.36	231.7	[+154		
	Copernicus I	25 6	−2.51	225.8	+151		
	II	26 12	−2.53	225.4	+163]		
	Plato I	28 14	−2.22	238.6	+ 84	+ 9	
	II	29 49	−2.23	238.4	+ 89	+ 14	
	Bulliald M	40 7	−3.22	210.4	+113	+ 38	
	Manilius M	44 7	−2.55	224.8	+ 70	− 5	
	Menelaus M	50 0	−2.55	224.6	[+ 5]		
	Plinius M	51 22	−2.56	224.2	+ 86	+ 11	
	Tycho I	12 6 34	−5.15	194.2	+ 46	− 29	
	M	8 16	−5.55	192.4	+ 53	− 22	
	II	9 35	−5.51	192.6	+ 56	− 19	
					597		
	Austritte						
	Tycho II	13 11 37	+5.51	148.6	+ 17	− 33	Ganz unzuverlässig
	Plato II	14 8 24	+2.22	102.5	+141	+ 64	
	Menelaus M	9 22	+2.51	115.3	+164	+114	
	☾Rand II	23 48	+2.40	111.5	− 94	−144	
					198		
Rom.	Eintritte						
5. SANTARELLI. .	☾Rand I	11 5 28	−2.36	231.7	[+155		
	Copernicus I	25 7	−2.51	225.8	+151		
	II	26 11	−2.53	225.4	+163		
	Plato I	28 14	−2.22	238.6	+ 84]		
	Austritt						
	☾Rand II	14 24 19	+2.40	111.5	[− 81]		
Rom.	Eintritt						
6. SESTINI . . .	☾Rand I	11 5 29	−2.36	231.7	[+154]		
	Austritt						
	☾Rand II	14 24 14	+2.40	111.5	[− 83]		

1. Berlin, ENCKE; Refractor 140fache Vergr. }
2. » GALLE; Heliometer } . . . . Berlin 3, 237.
3. Leipzig, JAHN. . . . . A. N. 24, 163.
4. Rom, PALOMBA; Cauchoix }
5. » SANTARELLI } . . . . A. N. 23, 381.
6. » SESTINI; Dollond }

Die Angaben der beiden letzten Beobachter können nicht als selbständige Beobachtungen gerechnet werden, da sie mit denen von Palomba vollkommen identisch sind. Auch Palomba's Beobachtungen sind äusserst unzuverlässig und namentlich seine Austritte ganz unbrauchbar. Ueberhaupt ist das Beobachtungsmaterial dieser Finsterniss sehr gering und demgemäss wird der daraus folgende Mittelwerth von *V* nicht sehr sicher bestimmt sein.

Berechnet sind 48 Radien,
ausgeschlossen . . . 15 » ,
also benutzt . . . . 33, nämlich 23 Eintritte und 10 Austritte.

32.

Mondfinsterniss am 8. März 1849.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Bonn.	Eintritte							
1. Schmidt . . .	Copernicus	I	11ʰ58ᵐ 3ˢ	− 3.68	345°0	+ 61″	+ 9″	
		M	59 37	− 3.81	346.2	+ 59	+ 7	
		II	12 1 37	− 3.93	347.3	+ 44	− 8	
	Aristarch	I	1 12	− 5.13	354.7	+ 43	− 9	
		II	2 42	− 5.47	356.3	+ 53	+ 1	
	Euler	M	9 27	− 5.73	357.3	+ 56	+ 4	
	Fracastor	I	10 7	− 2.74	331.3	+ 57	+ 5	
		II	12 22	− 2.80	332.6	+ 60	+ 8	
	Pytheas	M	11 17	− 5.27	355.4	+ 48	− 4	
	Theophil. A	M	15 32	− 3.06	337.2	+ 56	+ 4	
	Dionys	M	16 57	− 3.64	344.5	+ 66	+14	
	Lahire	M	19 57	− 7.91	2.9	+ 43	− 9	?
	Manilius	I	21 27	− 4.62	352.1	+ 58	+ 6	
		M	22 57	− 4.81	353.2	+ 52	0	
		II	23 57	− 4.97	354.0	+ 49	− 3	
	Goclenius	I	23 22	− 3.14	338.4	+ 52	0	
		II	24 27	− 3.19	339.1	+ 57	+ 5	
	Timocharis	I	25 54	− 8.22	3.5	+ 43	− 9	
		M	27 2	− 8.68	4.2	+ 44	− 8	
		II	27 52	− 9.03	4.8	+ 49	− 3	
	Menelaus	I	29 2	− 5.24	355.2	+ 49	− 3	
		M	29 47	− 5.39	355.9	+ 50	− 2	
		II	30 17	− 5.43	356.1	+ 53	+ 1	
	Langrenus	I	29 31	− 3.18	339.0	+ 62	+10	
		M	31 27	− 3.28	340.4	+ 56	+ 4	
		II	33 10	− 3.38	341.6	+ 56	+ 4	
	Plinius	I	32 57	− 5.16	354.9	+ 45	− 7	
		M	33 27	− 5.29	355.5	+ 52	0	
		II	34 2	− 5.34	355.7	+ 59	+ 7	
	Archimed	I	35 28	−11.76	7.7	+ 52	0	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Taruntius	I	$12^h 36^m 7^s$	−4.16	349°.1	+ 45″	− 7″	
	Proclus	I	46 52	−6.01	358.2	+ 58	+ 6	
		M	47 47	−6.20	358.8	+ 57	+ 5	
		II	49 12	−6.51	359.8	+ 49	− 3	
	Picard	M	51 2	−6.22	358.9	+ 37	−15	
	Austritte					1830		
	Lahire	M	12 58 16	+9.06	30.0	+ 23	−10	
	Aristarch	I	59 26	+5.75	37.5	+ 25	− 8	
		M	13 0 27	+5.45	37.7	+ 25	− 8	
		II	1 11	+5.45	38.6	+ 21	−12	
	Timocharis	M	3 11	+9.24	29.7	+ 32	− 1	
		II	4 16	+8.75	30.4	+ 29	− 4	
	Pytheas	M	11 43	+5.47	38.6	+ 30	− 3	
	Manilius	II	31 31	+4.72	42.1	+ 46	+13	
	Menelaus	II	31 31	+5.23	39.6	+ 48	+15	
	Plinius	II	34 1	+5.44	38.7	+ 29	− 4	
	Gassendi	II	37 56	+2.67	65.1	+ 43	+10	
	Proclus	M	39 31	+6.38	35.4	+ 48	+15	
	Picard	M	42 31	+6.26	35.8	+ 33	0	
	Dionys	M	44 41	+3.79	48.8	+ 24	− 9	
	Schickard	M	48 8	+2.34	74.9	+ 15	−18	
		II	50 21	+2.32	75.6	+ 14	−19	
	Tycho	I	59 31	+2.39	73.2	+ 47	+14	
		M	14 0 6	+2.38	73.4	+ 38	+ 5	
		II	0 51	+2.38	73.6	+ 35	+ 2	
	Theophil. A	M	1 6	+3.10	56.9	+ 29	− 4	
	Goclenius	I	5 26	+3.23	55.1	+ 32	− 1	
		M	6 1	+3.20	55.4	+ 32	− 1	
		II	6 46	+3.16	56.1	+ 34	+ 1	
	Fracastor	I	6 58	+2.83	61.7	+ 32	− 1	
		II	9 21	+2.77	62.9	+ 36	+ 3	
	Langrenus	I	8 12	+3.42	52.7	+ 36	+ 3	
		M	9 43	+3.33	53.8	+ 35	+ 2	
		II	12 1	+3.19	55.6	+ 45	+12	
	☾Rand	II	25 37	+2.47	70.6	+ 29	− 4	
						945		
Cambridge.	Eintritt							
2. CHALLIS . . .	☾Rand	I	11 25 53	−2.46	323.9	+ 27	0	
	Austritt							
	☾Rand	II	14 25 43	+2.47	70.6	+ 31	0	
Greenwich.	Eintritt							
3. HIND	☾Rand	I	11 25 18	−2.46	323.9	+ 41	0	
Marburg.	Eintritte							
4. GERLING . . .	☾Rand	I	11 24 56	−2.46	323.9	+ 51	− 6	
	Grimaldi	I	28 10	−2.79	332.4	+ 89	+32	
		II	30 32	−2.93	335.0	+105	+48	
	Copernicus	I	58 0	−3.68	345.0	+ 61	+ 4	
		II	12 1 41	−3.93	347.3	+ 43	−14	
	Aristarch	I	0 15	−5.13	354.7	+ 54	− 3	
		II	3 27	−5.47	356.3	+ 45	−12	
	Euler	M	11 26	−5.73	357.3	+ 35	−22	?
	Manilius	I	22 11	−4.62	352.1	+ 48	− 9	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Manilius	II	12ʰ 24ᵐ 59ˢ	−4.97	354°0	+ 37″	−20″	
	Plinius	M	32 55	−5.29	355.5	+ 58	+ 1	
	Austritte					626		
	Aristarch	I	13 1 38	+5.75	37.5	+ 48	+ 3	
		II	2 33	+5.45	38.6	+ 36	− 9	
	Euler	M	7 4	+5.73	37.6	+ 45	0	
	Copernicus	II	26 43	+3.73	49.4	+ 55	+10	
	☾ Rand	II	14 26 7	+2.47	70.6	+ 41	− 4	
						225		
Marburg.	Eintritte							
5. Klinkerfues .	☾ Rand	I	11 24 1	−2.46	323.9	[+ 73]		
	Grimaldi	I	28 8	−2.79	332.4	[+ 89]		
		II	30 22	−2.93	335.0	[+109]		
	Copernicus	I	56 45	−3.68	345.0	+ 82	+18	
		II	60 38	−3.93	347.3	+ 59	− 5	
	Aristarch	I	59 22	−5.13	354.7	+ 65	+ 1	
		II	12 1 39	−5.47	356.3	+ 64	0	
	Euler	M	9 59	−5.73	357.3	+ 50	−14	?
	Manilius	I	20 10	−4.62	352.1	+ 74	+10	
		II	23 46	−4.97	354.0	+ 52	−12	
	Plinius	I	31 41	−5.16	354.9	+ 59	− 5	
		II	33 6	−5.34	355.7	+ 69	+ 5	
	Austritte					574		
	Aristarch	I	13 0 3	+5.75	37.5	+ 32	+ 2	
		II	1 48	+5.45	38.6	+ 27	− 3	
	☾ Rand	II	14 23 36	+2.47	70.6	[− 20]		
						59		

1. Bonn, Schmidt; 5füss. Refractor . . . . Manuscript pg. 10.
2. Cambridge, Challis; 5füss. Aequat. . . . . M. N. 9, 140.
3. Greenwich, Hind; 11füss. Refractor, 50fache Vergr. . M. N. 9, 141.
4. Marburg, Gerling; Fraunhofer, 54fache Vergr. } A. N. 30, 15.
5. » Klinkerfues; 74fache Vergr., lichtschwächer }

Schmidt bemerkt: »Als Manilius und Menelaus eintraten, war der Schattenrand so unbestimmt, dass die Beobachtung kaum möglich schien.« Und dennoch stimmen seine Beobachtungen so vorzüglich überein. In Marburg war der Mond immer abwechselnd durch fliegende Wolken verhüllt. Bei den drei ersten Beobachtungen benutzte Klinkerfues dieselbe Uhr wie Gerling, und in Folge davon stimmen seine Angaben mit denen Gerling's so nahe überein, dass man sie nicht als unabhängige Beobachtungen rechnen kann. Später benutzten sie zwei verschiedene Uhren.

Berechnet sind 98 Radien,
ausgeschlossen . . . 4 » ,
also benutzt . . . . 94, nämlich 57 Eintritte und 37 Austritte.

33.

Mondfinsterniss am 6. Januar 1852.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Bern.	Eintritt							
1. Wolf . . .	☾ Rand	I	$16^h\,19^m\,47^s$	−1.87	265°5	+ 89″	0″	
Bonn.	Eintritte							
2. Schmidt . .	☾ Rand	I	16 21 57	−1.87	265.5	+ 19	−25	
	Grimaldi	I	25 32	−1.90	259.9	+ 40	− 4	
		II	26 42	−1.91	258.3	+ 61	+17	
	Aristarch	I	30 7	−1.86	270.0	+ 40	− 4	
		II	30 32	−1.86	270.1	+ 44	0	
	Kepler	M	32 47	−1.87	265.0	+ 86	+42	
	Gassendi	I	37 9	−1.93	256.1	+ 43	− 1	
		II	38 47	−1.93	255.6	+ 38	− 6	
	Harpalus	M	36 37	−1.88	279.1	+ 45	+ 1	
	Heraclid	M	36 37	−1.87	276.2	+ 56	+12	?
	Euler	M	37 17	−1.86	270.6	+ 46	+ 2	
	Laplace	M	40 7	−1.87	277.2	+ 37	− 7	?
	Copernicus	I	40 37	−1.87	266.3	+ 63	+19	
		II	42 37	−1.87	266.0	+ 42	− 2	
	Pytheas	M	40 57	−1.86	270.0	+ 47	+ 3	
	Schickard	I	42 2	−2.04	247.3	+ 22	−22	
		II	45 24	−2.06	246.2	+ 47	+ 3	
	Plato	I	45 42	−1.88	279.5	+ 42	− 2	
		M	46 32	−1.88	279.6	+ 41	− 3	
		II	47 15	−1.88	279.6	+ 44	0	
	Pico	M	46 32	−1.88	278.3	+ 36	− 8	?
	Timocharis	M	47 49	−1.86	272.6	[− 65]		
	Aristoteles	I	54 27	−1.88	280.1	+ 46	+ 2	
		II	55 41	−1.89	280.2	+ 47	+ 3	
	Sulp. Gallus	M	54 37	−1.86	270.5	+ 99	+55	
	Manilius	I	55 12	−1.86	269.2	+ 49	+ 5	
		II	55 32	−1.86	269.2	+ 59	+15	
	Eudoxus	I	55 2	−1.88	278.7	+ 46	+ 2	
		II	56 11	−1.88	278.7	+ 39	− 5	
	Tycho	I	56 10	−2.02	248.6	+ 21	−23	
		M	56 43	−2.02	248.2	+ 28	−16	
		II	57 22	−2.02	248.3	+ 32	−12	
	Plinius	M	60 54	−1.86	270.2	+ 92	+48	
	Menelaus	M	59 7	−1.86	270.2	+ 29	−15	
	Dionys	M	17 0 48	−1.86	265.4	+ 51	+ 7	
	Posidonius	I	1 21	−1.87	275.7	+ 53	+ 9	
	Endymion	I	3 7	−1.90	282.2	+ 40	− 4	
		II	4 27	−1.89	281.5	+ 40	− 4	
	Fracastor	I	9 52	−1.92	257.3	+ 35	− 9	
		II	11 27	−1.92	257.1	+ 27	−17	
	Proclus	M	11 22	−1.86	271.3	+ 34	−10	
	Langrenus	I	18 32	−1.88	263.1	+ 12	−32	
		II	19 7	−1.88	262.6	+ 27	−17	
	☾ Rand	II	21 11	−1.91	258.8	+ 45	+ 1	
						1900		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Breslau.	Eintritte							
3. Galle . . .	☾Rand	I	16h 21m 28s	−1.87	265°5	+ 35″	− 6″	
	Grimaldi	M	26 12	−1.90	259.0	+ 48	+ 7	
	Aristarch	M	30 17	−1.86	270.1	+ 43	+ 2	
	Kepler	M	32 56	−1.87	265.0	+ 81	+40	
	Copernicus	I	40 35	−1.87	266.3	+ 65	+24	
		M	42 0	−1.87	266.2	+ 43	+ 2	
		II	42 55	−1.87	266.0	+ 33	− 8	
	Plato	M	46 49	−1.88	279.6	+ 32	− 9	
	Tycho	I	55 52	−2.02	248.6	+ 30	−11	
		M	56 42	−2.02	248.2	+ 29	−12	
		II	57 37	−2.02	248.3	+ 27	−16	
	Plinius	M	59 12	−1.86	270.2	[+147]		»Plinius? heller Flecken«
	☾Rand	II	17 21 48	−1.91	258.8	+ 27	−14	
						491		
Breslau.	Eintritte							
4. Günther . .	☾Rand	I	16 21 10	−1.87	265.5	+ 44	− 8	
	Grimaldi	M	25 45	−1.90	259.0	+ 62	+10	
	Aristarch	M	30 15	−1.86	270.1	+ 44	− 8	
	Kepler	M	32 53	−1.87	265.0	+ 83	+31	
	Copernicus	I	39 56	−1.87	266.3	+ 85	+33	
		II	41 51	−1.87	266.0	+ 67	+15	
	Plato	M	46 27	−1.88	279.6	+ 44	− 8	
	Tycho	I	55 54	−2.02	248.6	+ 29	−23	
		II	57 1	−2.02	248.3	+ 43	− 9	
	Plinius	M	17 2 50	−1.86	270.2	+ 30	−22	? »unsicher«
	☾Rand	II	21 18	−1.91	258.8	+ 42	−10	
						573		
Göttingen.	Eintritte							
5. Klinkerfues .	☾Rand	I	16 21 31	−1.87	265.5	+ 33	−24	
	Riccioli	M	23 48	−1.90	260.2	+ 56	− 1	
	Grimaldi	I	25 12	−1.90	259.9	+ 50	− 7	
		II	26 34	−1.91	258.3	+ 65	+ 8	
	Aristarch	M	29 35	−1.86	270.1	+ 65	+ 8	
	Kepler	I	32 12	−1.87	264.9	+ 91	+34	
		II	33 36	−1.87	264.8	+ 64	+ 7	
	Mersenius	I	35 39	−1.95	254.2	+ 47	−10	
		II	37 31	−1.95	253.6	+ 26	−31	
	Gassendi	I	35 39	−1.93	256.1	+ 90	+33	
		II	37 31	−1.93	255.6	+ 77	+20	
	Lambert	M	39 49	−1.86	271.8	+ 78	+21	
	Copernicus	I	39 49	−1.87	266.3	+ 89	+32	
	Plato	I	45 33	−1.88	279.5	+ 46	−11	
		II	46 44	−1.88	279.6	+ 60	+ 3	
	Manilius	M	55 23	−1.86	269.3	+ 53	− 4	
	Tycho	I	55 23	−2.02	248.6	+ 44	−13	
		II	57 12	−2.02	248.3	+ 37	−20	
	Plinius	M	61 58	−1.86	270.2	+ 57	0	
	Menelaus	M	58 30	−1.86	270.2	+ 48	− 9	
	Posidonius	I	17 1 22	−1.87	275.7	+ 53	− 4	
		II	2 50	−1.87	275.7	+ 51	− 6	
	Proclus	M	10 39	−1.86	271.3	+ 57	0	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Colombo	M	17h 13m 41s	−1.90	259°9	+ 59″	+ 2″	
	☾ Rand	II	21 37	−1.91	258.8	+ 33	−24	
						1429		
Göttingen.	Eintritte							
6. WESTPHAL	☾ Rand	I	16 21 13	−1.87	265.5	+ 43	−16	
	Riccioli	I	23 41	−1.89	260.7	+ 34	−25	
		II	24 28	−1.90	259.7	+ 54	− 5	
	Grimaldi	I	25 3	−1.90	259.9	+ 55	− 4	
		II	26 47	−1.91	258.3	+ 58	− 1	
	Aristarch	M	28 53	−1.86	270.1	+ 88	+29	
	Kepler	I	32 29	−1.87	264.9	+ 82	+23	
		II	34 6	−1.87	264.8	+ 48	−11	
	Mersenius	I	36 6	−1.95	254.2	+ 33	−26	
	Gassendi	I	35 20	−1.93	256.1	[+100]		
	Gay Lussac	M	39 55	−1.87	267.5	+ 92	+33	
	Copernicus	I	40 20	−1.87	266.3	+ 73	+14	
		II	42 7	−1.87	266.0	+ 58	− 1	
	Timocharis	I	43 0	−1.86	272.5	+ 79	+20	
		II	43 48	−1.86	272.6	+ 75	+16	
	Plato	I	45 19	−1.88	279.5	+ 54	− 5	
		II	47 4	−1.88	279.6	+ 50	− 9	
	Manilius	I	54 15	−1.86	269.2	+ 80	+21	
	Tycho	I	55 18	−2.02	248.6	+ 46	−13	
		II	57 6	−2.02	248.3	+ 40	−19	
	Plinius	M	61 37	−1.86	270.2	+ 69	+10	
	Menelaus	M	57 40	−1.86	270.2	+ 75	+16	
	Bessel	M	58 18	−1.86	270.5	+ 63	+ 4	
	Ross	M	17 1 6	−1.86	268.6	+ 73	+14	
	Endymion	I	4 16	−1.90	282.2	[− 2]		
		II	4 23	−1.89	281.5	+ 42	−17	
	Struve	M	8 24	−1.88	279.7	+ 50	− 9	
	Proclus	M	10 37	−1.86	274.3	+ 59	0	
	Picard	M	13 11	−1.86	270.9	+ 55	− 4	
	Colombo	II	14 4	−1.90	259.7	+ 58	− 1	
	☾ Rand	II	21 23	−1.91	258.8	+ 40	−19	
						1726		
Königsberg.	Eintritte							
7. C.A.F. PETERS	☾ Rand	I	16 21 29	−1.87	265.5	+ 34	−36	
	Grimaldi	I	24 30	−1.90	259.9	+ 72	+ 2	
		II	25 38	−1.91	258.3	+ 94	+24	
	Aristarch	I	29 7	−1.86	270.0	+ 73	+ 3	
		II	29 27	−1.86	270.1	+ 79	+ 9	
	Copernicus	I	39 45	−1.87	266.3	+ 91	+21	
		II	41 49	−1.87	266.0	+ 68	− 2	
	Tycho	I	54 36	−2.02	248.6	+ 67	− 3	
		II	56 28	−2.02	248.3	+ 59	−11	
	☾ Rand	II	17 20 35	−1.91	258.8	+ 65	− 5	
						702		
Königsberg.	Eintritte							
8. SCHUMACHER	☾ Rand	I	16 21 26	−1.87	265.5	+ 36	−18	
	Tycho	I	54 27	−2.02	248.6	+ 72	+18	
		II	56 35	−2.02	248.3	+ 55	+ 1	
	☾ Rand	II	17 20 56	−1.91	258.8	+ 54	0	
						217		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Leipzig.	Eintritte							
9. d'Arrest . .	☾ Rand	I	$16^h 21^m 50^s$	−1.87	$265^\circ.5$	+ 23″	−17″	
	Grimaldi	I	25 28	−1.90	259.9	+ 42	+ 2	
		II	26 52	−1.91	258.3	+ 56	+16	
	Aristarch	M	30 13	−1.86	270.1	+ 45	+ 5	
	Tycho	I	55 59	−2.02	248.6	+ 26	−14	
		II	57 22	−2.02	248.3	+ 32	− 8	
	☾ Rand	II	17 20 52	−1.91	258.8	+ 56	+16	
						280		
Leipzig.	Eintritte							
10. Hartwig . .	☾ Rand	I	16 22 23	−1.87	265.5	[+ 5]		
	Grimaldi	I	25 13	−1.90	259.9	+ 50	+ 6	
		II	26 49	−1.91	258.3	+ 57	+13	
	Aristarch	I	29 46	−1.86	270.0	+ 52	+ 8	
		II	30 36	−1.86	270.1	+ 42	− 2	
	Tycho	I	55 56	−2.02	248.6	+ 28	−16	
		II	57 30	−2.02	248.3	+ 28	−16	
	☾ Rand	II	17 20 58	−1.91	258.8	+ 53	+ 9	
						310		
Lund.	Eintritte							
11. Agardh . .	Aristarch	I	16 29 22	−1.86	270.0	+ 65	+11	
	Copernicus	I	40 6	−1.87	266.3	+ 80	+26	
		II	42 2	−1.87	266.0	+ 61	+ 7	
	Plato	I	45 27	−1.88	279.5	+ 50	− 4	
		II	46 52	−1.88	279.6	+ 56	+ 2	
	Tycho	I	55 44	−2.02	248.6	+ 34	−20	
		II	56 35	−2.02	248.3	+ 55	+ 1	
	Plinius	I	57 22	−1.86	270.2	[+195]		
		II	58 57	−1.86	270.1	[+166]		
	Proclus	I	17 10 32	−1.86	271.2	+ 55	+ 1	
		II	11 18	−1.86	271.2	+ 43	−11	
	☾ Rand	II	21 22	−1.91	258.8	+ 40	−14	
						539		
Lund.	Eintritte							
12. Blomstrand .	Plato	I	16 45 29	−1.88	279.5	+ 49	− 3	
		II	47 6	−1.88	279.6	+ 49	− 3	
	Tycho	I	55 13	−2.02	248.6	+ 49	− 3	
		II	56 36	−2.02	248.3	+ 55	+ 3	
	Plinius	II	17 0 2	−1.86	270.1	[+131]		
	Proclus	I	10 41	−1.86	271.2	+ 50	− 2	
	Langrenus	I	16 26	−1.88	263.1	+ 79	+27	
	☾ Rand	II	21 35	−1.91	258.8	+ 34	−18	
						365		
Marburg.	Eintritte							
13. Gerling . .	Aristarch	M	16 29 48	−1.86	270.1	+ 58		
	Copernicus	M	39 7	−1.87	266.2	+186		
	Eratosthen.	II	40 28	−1.86	268.5	+221		
	Manilius	M	54 3	−1.86	269.3	+ 97		unzuverlässig
	Plinius	M	59 18	−1.86	270.2	+143		»sehr unsich.«
	Menelaus	M	57 13	−1.86	270.2	+ 90		»unsicher«
	☾ Rand	II	17 21 32	−1.91	258.8	+ 35		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Marburg.	Eintritte							
14. LESSER . . .	Aristarch	II	16ʰ29ᵐ13ˢ	−1.86	270°1	+ 86″		unzuverlässig
	Mayer	II	35 15	−1.86	268.1	+121		
	Copernicus	II	39 31	−1.87	266.0	+142		
	Eratosthen.	II	42 30	−1.86	268.5	+155		
	Plato	II	45 18	−1.88	279.6	+106		
	Manilius	II	53 41	−1.86	269.2	+119		
	Tycho	II	54 49	−2.02	248.3	+108		
	Plinius	II	65 57	−1.86	270.1	− 60		
	Menelaus	II	57 46	−1.86	270.5	+ 87		
Marburg.	Eintritte							
15. SCHÖNFELD .	☾Rand	I	16 22 33	−1.87	265.5	[0]		»wahrscheinlich zu spät«
	Grimaldi	II	26 55	−1.91	258.3	+ 54	+ 5″	
	Aristarch	I	30 8	−1.86	270.0	+ 40	− 9	
	Kepler	II	31 25	−1.87	264.8	[+134]		
	Mayer	II	34 40	−1.86	268.1	[+140]		
	Gassendi	I	36 50	−1.93	256.1	+ 53	+ 4	
		II	38 25	−1.93	255.6	+ 49	0	
	Copernicus	I	40 23	−1.87	266.3	+ 71	+22	
		II	42 17	−1.87	266.0	+ 53	+ 4	
	Plato	I	45 54	−1.88	279.5	+ 35	−14	
		II	47 4	−1.88	279.6	+ 50	+ 1	
	Manilius	I	55 26	−1.86	269.2	+ 42	− 7	
	Tycho	I	56 1	−2.02	248.6	+ 25	−24	
		II	56 48	−2.02	248.3	+ 49	0	
	Plinius	II	61 49	−1.86	270.1	+ 74	+25	
	Menelaus	II	59 7	−1.86	270.5	+ 43	− 6	
	Posidonius	I	17 1 13	−1.87	275.7	+ 58	+ 9	
	»	II	2 44	−1.87	275.7	+ 55	+ 6	
	☾Rand	II	21 28	−1.91	258.8	+ 37	−12	
						788		
Rom.	Eintritte							
16. SECCHI . . .	Copernicus	M	16 44 47	−1.87	266.2	+ 50	+ 8	
	Tycho	M	56 28	−2.02	248.2	+ 35	− 7	
						85		

1. Bern, WOLF . . . . A. N. 34, 159.
2. Bonn, SCHMIDT; 40fache Vergr. . . . . Manuscript pg. 14.
3. Breslau, GALLE; 4½füss. Fraunhofer }
4. » GÜNTHER; 4füss. Fraunhofer } . . . . A. N. 33, 375.
5. Göttingen, KLINKERFUES; Dollond }
6. » WESTPHAL; Fraunhofer } . . . . A. N. 33, 405.
7. Königsberg, C. A. F. PETERS; Sucher am Heliometer }
8. » SCHUMACHER; Kometensucher v. Fraunh. } A. N. 34, 11.
9. Leipzig, D'ARREST; 6füss. Fraunhofer, 80fache Vergr. }
10. » HARTWIG; 3füss. Dollond } A. N. 33, 403.
11. Lund, AGARDH; 3½füss. Fraunhofer }
12. » BLOMSTRAND; 3½füss. Dialyt, 50fache Vergr. } . A. N. 34, 223.

13. Marburg, GERLING; 40 Zoll Brennw., 28 Lin. Oeffn., 108fache Vergr.
14. » LESSER; 14 » » 14 » » 24 » »
15. » SCHÖNFELD; 60 » » 43 » » 54 » » } A. N. 34, 44.
16. Rom, SECCHI . . . . A. N. 34, 39.

WOLF bemerkte nach Eintritt der totalen Finsterniss am Westrande während einiger Zeit einen schmalen, weisslichen Schimmer. In Bonn war es ziemlich klar; SCHMIDT bemerkt: »Der Mond blieb während der Totalität so hell (gelbroth), dass er hinter leichten Dünsten sogar einen Nimbus erzeugte.« D'ARREST schreibt: »Der Kernschatten war diesmal ungewöhnlich gut begrenzt, die Scheibe blieb vollständig sichtbar.« In Marburg störte nur anfangs leichtes Gewölk, welches sich später verzog. Die Beobachtungen von GERLING und LESSER sind ganz unzuverlässig und werden daher fortgelassen. SECCHI bemerkt zu seinen zwei Angaben: »Diese Zeiten sind die Mittel aus den drei Augenblicken des Eintrittes der Ränder und der Mitte des Fleckes. Der Fehler kann 5″ betragen. Der Rand des Schattens erschien ein wenig blau, aber indem man den hellen Theil verdeckte, bemerkte man, dass dies nur eine Contrastwirkung war, und er roth war, wie das Uebrige.«

Berechnet sind 211 Radien,
ausgeschlossen . . . 27 » ,
also benutzt . . . . 184, lauter Eintritte.

34.

Mondfinsterniss am 13. October 1856.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Altona.	Eintritte							
1. C.A.F. PETERS	☾ Rand	I	$9^h 21^m 21^s$	−1.90	270°.4	+ 33″	−26″	
	Grimaldi	I	23 16	−2.00	275.3	+ 57	− 2	
		II	24 40	−2.05	277.3	+ 72	+13	
	Kepler	M	36 48	−2.22	283.2	+ 83	+24	
	Tycho	I	39 4	−1.82	264.8	+ 70	+11	
		II	41 0	−1.82	265.2	+ 58	− 1	
	Plato	I	10 15 32	−3.90	306.9	+ 36	−23	
		II	17 12	−4.07	307.9	+ 63	+ 4	
	Austritte					472		
	Plato	I	11 18 2	+4.40	354.7	+ 40	+ 4	
		II	19 19	+4.17	356.0	+ 15	−21	
	Grimaldi	I	31 18	+2.06	26.7	+ 39	+ 3	
		II	33 48	+2.01	29.0	+ 24	−12	
	☾ Rand	II	12 28 3	+1.90	34.5	+ 63	+27	»durch Wolken«
						181		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Greenwich.	Eintritte							
2. Bowden . .	Grimaldi	M	$9^h 24^m 34^s$	−2.02	276°.2	+ 49″	− 1″	
	Gassendi	M	30 43	−1.94	272.6	+ 54	+ 4	
	Kepler	M	35 57	−2.22	283.2	[+106]		
	Tycho	M	40 42	−1.82	265.1	+ 39	−11	
	Copernicus	M	46 55	−2.29	285.1	+ 49	− 1	
	Manilius	M	10 4 22	−2.47	289.6	+ 44	− 6	
	Menelaus	M	7 58	−2.53	290.7	+ 63	+13	
	Plinius	M	11 36	−2.50	290.1	+ 61	+11	
	Plato	M	17 10	−4.14	308.4	+ 38	−12	
	Austritte					397		
	Archimed	M	11 36 35	+2.92	7.4	+ 67	+ 5	?
	Copernicus	M	34 48	+2.33	18.3	[−137]		?
	Plinius	M	40 37	+3.15	4.5	[−261]		?
	Tycho	M	12 5 28	+1.81	39.9	+ 96	+34	?
	☾ Rand	II	26 49	+1.90	34.5	+ 24	−38	
						187		
Greenwich.	Eintritte							
3. Criswick . .	☾ Rand	I	9 22 42	−1.90	270.4	− 9		unzuverlässig
	Galilei	M	31 1	−2.21	282.8	+ 34		
	Kepler	M	38 10	−2.22	283.2	+ 46		
	Tycho	M	41 19	−1.82	265.1	+ 18		
	Archimed	M	10 13 9	−3.05	298.9	−115		
	Timocharis	M	7 20	−2.94	297.5	−126		
	Austritt							
	☾ Rand	II	12 28 37	+1.90	34.5	+ 80		
Greenwich.	Eintritte							
4. Carpenter .	☾ Rand	I	9 23 12	−1.90	270.4	− 25		
	Galilei	M	29 11	−2.21	282.8	+ 84		
	Tycho	I	37 5	−1.82	264.8	+136		
	Copernicus	M	49 38	−2.29	285.1	− 22		
	Archimed	M	10 9 20	−3.05	298.9	− 40		
	Timocharis	M	7 35	−2.94	297.5	−130		
	Plato	M	24 37	−4.14	308.4	− 68		
	Austritt							
	☾ Rand	II	12 28 40	+1.90	34.5	+ 82		
Hamburg.	Eintritte							
5. Bartels . .	Gassendi	I	9 30 16	−1.94	272.3	+ 45	+ 1	
	Tycho	I	39 34	−1.82	264.8	+ 54	+10	
		II	40 49	−1.82	265.2	+ 64	+20	
	Aristarch	I	41 47	−2.51	290.4	+ 48	+ 4	
		II	42 38	−2.54	291.1	+ 55	+11	
	Plato	I	10 16 16	−3.90	306.9	+ 24	−20	
		II	17 54	−4.07	307.9	+ 53	+ 9	
	Hercules	I	32 43	−4.18	308.6	+ 33	−11	
		II	35 1	−4.49	310.4	+ 27	−17	
	Endymion	I	40 42	−5.32	313.9	+ 32	−12	
	Austritte					435		
	Endymion	II	11 30 11	+5.54	349.9	+ 36	+ 4	
	Grimaldi	II	33 57	+2.01	29.0	+ 28	− 4	
						64		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Hamburg.	Eintritte							
6. Neumayer . .	Grimaldi	M	$9^h 23^m 31^s$	−2.02	276°.2	+ 80″		
	Galilei	M	27 7	−2.21	282.8	+140		
	Kepler	M	37 35	−2.22	283.2	+ 62		
	Tycho	I	39 28	−1.82	264.8	+ 57		
		II	40 55	−1.82	265.2	+ 61		
	Pitatus	I	39 5	−1.87	268.7	+ 70		
		II	40 3	−1.88	268.9	+ 89		
	Copernicus	I	43 34	−2.26	284.3	+115		
		M	45 6	−2.29	285.1	+ 97		
		II	46 22	−2.29	285.3	+ 82		
	Archimed	I	57 40	−2.71	294.1	+194		
	Manilius	I	10 1 26	−2.40	287.9	+103		
	Plato	I	8 53	−3.90	306.9	+138		
		M	9 45	−4.14	308.4	+146		unzuver-
		II	12 12	−4.07	307.9	+137		lässig
	Cleomed	I	32 47	−3.16	300.3	− 25		
		II	34 1	−3.26	301.4	− 11		
	Austritte							
	Plato	I	11 18 9	+4.40	354.7	+ 42		
		M	19 16	+4.29	355.3	+ 38		
		II	20 4	+4.17	356.0	+ 26		
	Aristarch	M	24 16	+2.57	13.0	+ 25		?
	Grimaldi	I	31 16	+2.06	26.7	+ 38		
		M	32 33	+2.03	27.9	+ 30		
	Archimed	M	33 34	+2.92	7.4	+ 5		
		II	35 23	+2.88	7.8	+ 21		
	Kepler	M	37 43	+2.22	21.4	+117		
	Copernicus	M	40 16	+2.33	18.3	+ 30		
		II	42 1	+2.28	19.6	+ 54		
Hamburg.	Eintritte							
7. Niebour . .	☾ Rand	I	9 19 36	−1.90	270.4	+ 89	+35″	
	Grimaldi	I	23 56	−2.00	275.3	+ 37	−17	
		II	25 25	−2.05	277.3	+ 50	− 4	
	Riccioli	M	23 10	−2.05	277.4	+ 80	+26	?
	Schickard	M	28 6	−1.80	263.6	+ 32	−22	?
	Hansteen	M	27 6	−1.98	274.2	+ 60	+ 6	?
	Reiner	M	29 16	−2.16	281.5	+106	+52	?
	Gassendi	I	30 16	−1.94	272.3	+ 45	− 9	
		II	31 18	−1.95	272.8	+ 55	+ 1	
	Kepler	M	38 25	−2.22	283.2	+ 39	−15	?
	Tycho	I	39 31	−1.82	264.8	+ 55	+ 1	
		M	40 26	−1.82	265.1	+ 47	− 7	
		II	41 2	−1.82	265.2	+ 57	+ 3	
	Mayer	I	41 36	−2.31	285.8	[+133]		
		II	42 0	−2.32	286.0	[+142]		
	Aristarch	I	42 15	−2.51	290.4	+ 37	−17	
		II	42 55	−2.54	291.1	+ 48	− 6	
	Copernicus	I	45 16	−2.26	284.3	+ 70	+16	
		M	46 6	−2.29	285.1	+ 70	+16	
		II	47 5	−2.29	285.3	+ 63	+ 9	
	Euler	M	48 16	−2.55	291.2	+ 74	+20	?

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Lambert	I	9h 50m 36s	−2.54	291°.0	[+129″		
		II	51 20	−2.56	294.4	+134]		
	Messala	I	10 38 6	−3.82	306.3	+ 9	−45″	
		II	38 45	−3.93	307.0	+ 34	−20	
	Endymion	I	40 36	−5.32	313.9	+ 33	−21	
		II	44 40	−5.74	315.3	+ 50	− 4	
	Austritte					1240		
	Pico	M	11 23 35	+3.74	358.9	+ 46	+ 7	?
	Aristarch	I	24 11	+2.58	12.9	+ 33	− 6	
		II	25 6	+2.54	13.5	+ 34	− 5	
	Endymion	I	26 0	+5.93	348.7	+ 50	+11	
		M	27 46	+5.64	349.6	+ 40	+ 1	
		II	28 40	+5.54	349.9	+ 20	−19	
	Marius	M	29 10	+2.29	19.3	+ 39	0	?
	Reiner	M	30 6	+2.20	22.0	+ 35	− 4	?
	Grimaldi	I	31 30	+2.06	26.7	+ 46	+ 6	
		M	32 36	+2.03	27.9	+ 31	− 8	
		II	33 47	+2.01	29.0	+ 24	−15	
	Pytheas	M	34 45	+2.54	13.6	+ 38	− 1	?
	Cavendish	M	36 0	+1.95	31.6	[−215		?
	Mersenius	I	37 40	+1.96	31.0	−142		
		II	38 30	+1.95	31.5	−158]		
	Copernicus	I	39 40	+2.31	18.6	+ 35	− 4	
		M	40 30	+2.33	18.3	+ 36	− 3	
		II	41 50	+2.28	19.6	+ 49	+10	
	Gassendi	I	45 6	+1.95	31.8	+ 71	+32	
		II	45 50	+1.94	32.2	+ 44	+ 5	
						670		
Hamburg.	Eintritte							
8. RÜMKER . .	☾Rand	I	9 21 6	−1.90	270.4	+ 44	− 1	
	Grimaldi	M	24 27	−2.02	276.2	+ 52	+10	
	Reiner	M	30 53	−2.16	281.5	+ 61	+19	? »unsicher«
	Gassendi	M	30 48	−1.94	272.6	+ 51	+ 9	
	Marius	M	35 58	−2.29	285.3	+ 30	−12	? »unsicher«
	Kepler	M	37 40	−2.22	283.2	+ 60	+18	
	Tycho	I	39 49	−1.82	264.8	+ 45	+ 3	
		M	40 27	−1.82	265.1	+ 47	+ 5	
		II	40 1	−1.82	265.2	+ 58	+16	
	Mayer	M	41 57	−2.32	285.9	[+138]		?
	Aristarch	M	43 6	−2.55	291.2	+ 31	−11	
	Copernicus	I	46 15	−2.26	284.3	+ 44	+ 2	
		M	46 56	−2.29	285.1	+ 48	+ 6	
		II	47 50	−2.29	285.3	+ 44	+ 2	
	Pytheas	M	52 11	−2.53	290.8	+ 35	− 7	?
	Archimed	I	10 4 14	−2.71	294.1	+ 38	− 4	
		M	5 2	−3.05	298.9	+ 45	+ 3	
		II	5 56	−2.90	297.0	+ 56	+14	
	Manilius	M	4 44	−2.47	289.6	+ 36	− 6	
	Menelaus	M	8 51	−2.53	290.7	+ 42	0	
	Goclenius	M	12 26	−2.13	279.9	+ 35	− 7	
	Plato	I	16 20	−3.90	306.9	+ 23	−19	
		M	17 20	−4.14	308.4	+ 36	− 6	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Plato	II	10h 18m 5s	−4.07	307°.9	+ 50″	+ 8″	
	Eudoxus	M	23 27	−3.85	306.5	+ 33	− 9	
	Proclus	M	24 5	−2.66	293.2	+ 17	−25	?
	Endymion	M	41 36	−5.60	314.9	+ 36	− 6	
	Austritte					1094		
	Plato	I	11 16 49	+4.40	354.7	+ 24	− 9	
		M	17 58	+4.29	355.3	+ 20	−13	
		II	18 50	+4.17	356.0	+ 8	−25	
	Aristarch	M	24 1	+2.57	13.0	+ 19	−14	
	Endymion	I	25 41	+5.93	348.7	+ 47	+14	
	Eudoxus	M	30 11	+3.92	357.6	+ 34	+ 1	
	Grimaldi	M	33 16	+2.03	27.9	+ 51	+18	
	Pytheas	M	34 32	+2.54	13.6	+ 33	0	?
	Kepler	M	35 7	+2.22	21.4	+ 46	+13	
	Copernicus	I	39 17	+2.31	18.6	+ 25	− 8	
		M	40 26	+2.33	18.3	+ 34	+ 1	
		II	41 6	+2.28	19.6	+ 29	− 4	
	Gassendi	M	45 43	+1.94	31.9	+ 61	+28	
	Menelaus	M	54 14	+2.47	15.0	[+115]		
Hamburg.	Eintritte					431		
9. Schmidt . .	Grimaldi	I	9 23 41	−2.00	275.3	+ 44	+ 1	
		II	25 31	−2.05	277.3	+ 46	+ 3	
	Riccioli	I	24 11	−2.05	277.2	+ 27	−16	
	Schickard	I	26 46	−1.80	263.8	+ 32	−11	
		II	29 1	−1.79	263.2	+ 56	+13	
	Gassendi	I	30 5	−1.94	272.3	+ 51	+ 8	
		II	31 31	−1.95	272.8	+ 48	+ 5	
	Galilei	I	30 31	−2.23	283.4	+ 44	+ 1	
	Kepler	I	37 43	−2.22	283.2	+ 43	0	
		II	38 11	−2.23	283.5	+ 48	+ 5	
	Tycho	I	40 1	−1.82	264.8	+ 39	− 4	
		M	40 46	−1.82	265.1	+ 36	− 7	
		II	41 21	−1.82	265.2	+ 47	+ 4	
	Aristarch	I	41 52	−2.51	290.4	+ 46	+ 3	
		II	42 47	−2.54	291.1	+ 51	+ 8	
	Copernicus	I	45 46	−2.26	284.3	+ 56	+13	
		M	47 1	−2.29	285.1	+ 46	+ 3	
		II	48 11	−2.29	285.3	+ 35	− 8	
	Euler	M	49 33	−2.55	291.2	+ 44	+ 1	? »unsicher«
	Pytheas	I	51 46	−2.52	290.5	+ 41	− 2	
		II	52 12	−2.53	290.8	+ 48	+ 5	
	Theophilus	I	62 24	−2.05	277.6	+ 63	+20	
	Timocharis	M	57 31	−2.94	297.5	[+ 74]		»unsicher«
		II	59 56	−2.77	295.0	+ 40	− 3	
	Menelaus	I	10 6 28	−2.47	289.6	[+ 90]		
		II	6 48	−2.48	289.8	[+104]		
	Censorinus	M	10 37	−2.23	283.6	+ 43	0	? »unsicher«
	Plinius	M	12 13	−2.50	290.1	+ 46	+ 3	
	Goclenius	I	12 1	−2.11	279.6	+ 38	− 5	
		II	12 26	−2.12	279.9	+ 49	+ 6	
	Pico	M	12 46	−3.65	305.0	+ 48	+ 5	?
	Plato	I	16 21	−3.90	306.9	+ 23	−20	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Plato	II	10ʰ 17ᵐ 51ˢ	−4.07	307°.9	+ 53″	+10″	
	Eudoxus	I	22 41	−3.80	306.1	+ 30	−13	
		II	23 31	−3.85	306.5	+ 48	+ 5	
	Proclus	M	24 3	−2.66	293.2	+ 17	−26	
	Picard	M	24 57	−2.60	292.1	+ 44	+ 1	?
	Aristoteles	I	26 6	−4.30	309.3	+ 37	− 6	
		II	28 6	−4.52	310.5	+ 43	0	
	Hercules	I	32 41	−4.18	308.6	+ 33	−10	
		II	34 11	−4.49	310.4	+ 39	− 4	
	Struve	M	38 31	−4.12	308.3	+ 51	+ 8	
	Endymion	I	40 51	−5.32	313.9	+ 31	−12	
		II	42 13	−5.74	315.3	+ 44	+ 1	
	Austritte					1748		
	Plato	I	11 18 7	+4.40	354.7	+ 42	− 2	
		II	20 26	+4.17	356.0	+ 31	−13	
	Pico	M	22 51	+3.74	358.9	+ 34	−10	?
	Aristarch	I	24 16	+2.58	12.9	+ 35	− 9	
		II	24 51	+2.54	13.5	+ 28	−16	
	Endymion	I	26 31	+5.93	348.7	+ 56	+12	
		II	30 1	+5.54	349.9	+ 34	−10	
	Aristoteles	II	26 31	+4.39	354.8	+ 35	− 9	
	Galilei	II	29 26	+2.21	21.8	[+101]		
	Eudoxus	I	30 27	+3.87	358.0	+ 53	+ 9	
		II	31 46	+3.79	358.6	+ 43	− 1	
	Grimaldi	I	31 46	+2.06	26.7	+ 53	+ 9	
		M	32 56	+2.03	27.9	+ 41	− 3	
		II	33 57	+2.01	29.0	+ 28	−16	
	Pytheas	M	35 6	+2.54	13.6	+ 46	+ 2	? »unsicher«
	Archimed	I	35 6	+2.91	7.5	+ 57	+13	»unsicher«
		II	36 41	+2.88	7.8	+ 49	+ 5	
	Kepler	M	35 21	+2.22	21.4	+ 53	+ 9	
	Copernicus	I	40 26	+2.31	18.6	+ 54	+10	
		M	40 56	+2.33	18.3	+ 47	+ 3	
		II	41 31	+2.28	19.6	+ 40	− 4	
	Struve	M	40 26	+4.28	355.4	+ 40	− 4	?
	Gassendi	M	45 16	+1.94	31.9	+ 47	+ 3	
		II	46 21	+1.94	32.2	+ 60	+16	
						1006		
Hoya.	Eintritte							
10. WINNECKE. .	☾Rand	I	9 21 34	−1.90	270.4	+ 27	−39	
	Tycho	I	38 34	−1.82	264.8	+ 87	+21	
		M	39 46	−1.82	265.1	+ 69	+ 3	
		II	40 16	−1.82	265.2	+ 82	+16	
						265		
Santiago.	Austritt							
11. MOESTA. . .	☾Rand	II	12 29 28	+1.90	34.5	[+107]		

1. Altona, C. A. F. PETERS . . . . A. N. 44, 333.
2. Greenwich, BOWDEN; 5füss. Altaz.-Telesc., 3.75 Zoll Oeffn. } Greenwich 1856, 54.
3. » CRISWICK; 8füss. Aequat., 6.7 Zoll Oeffn.
4. » CARPENTER; 30zöll. Achromat

5. Hamburg, Bartels; kleines Fernrohr }
6. » Neumayer } . . . . A. N. 44, 347.
7. » Niebour }
8. » Rümker; 5½füss. Refractor . . . . A. N. 45, 13.
9. » Schmidt; 4füss. Refractor. . . . . A. N. 44, 347.
10. Hoya, Winnecke; Kometensucher, 34 Lin. Oeffn., 30fache Vergr. A. N. 44, 366.
11. Santiago, Moesta; 8½füss. Fernrohr . . . . A. N. 45, 145.

In der Publication A. N. 44, 347 kommen die unglaublichsten Dinge vor, z. B. »I« und »II« ohne Angabe der Formation, ferner »⅓ ob. $10^h\ 32^m\ 44^s$«. Der Himmel war in Hamburg zu Anfang heiter, zuletzt kamen immer mehr Wolken. Zur Zeit der grössten Phase erschien durch das Fernrohr der ganze Mond vom Schatten bedeckt, nur der N.W.-Rand leuchtete etwas gelblicher, als das Uebrige; dem blossen Auge dagegen erschien der Mond nicht total verfinstert (Schmidt und Rümker). In Hoya war bis zur Mitte ausgezeichnetes Wetter. Winnecke schätzte $10^h\ 59^m\ 28^s$ m. Gr. Zt. die grösste Breite des vom Kernschatten der Erde nicht getroffenen Mondrandes = 2′.7. Der Schatten war bei dieser Finsterniss ziemlich schlecht begrenzt (Rümker, Winnecke, Moesta). Beschreibungen des Verlaufes finden sich noch A. N. 45, 79 und A. N. 55, 155.

Berechnet sind 243 Radien,
ausgeschlossen . . . 60 » ,
also benutzt . . . . 183, nämlich 120 Eintritte und 63 Austritte.

35.

Mondfinsterniss am 27. Februar 1858.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte							
1. Bruhns . . .	☾Rand	I	9ʰ 12ᵐ 14ˢ	−3.34	352°.8	+ 17″	−39″	
	Tycho	I	24 2	−3.89	358.4	+ 82	+26	
		II	27 32	−4.10	0.0	+ 70	+14	
	Austritte					169		
	Tycho	II	10 47 38	+3.93	56.8	+ 83	+14	
	☾Rand	II	11 18 33	+3.33	62.6	+ 55	−14	
						138		
Berlin.	Eintritte							
2. Encke . . .	☾Rand	I	9 10 29	−3.34	352.8	+ 48	−33	
	Tycho	I	23 32	−3.89	358.4	+ 90	+ 9	
		II	25 7	−4.10	0.0	+105	+24	
	Austritt					243		
	☾Rand	II	11 18 37	+3.33	62.6	+ 56	0	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Berlin.	Eintritte							
3. FOERSTER . .	☾Rand	I	$9^h 11^m 50^s$	− 3.34	352°8	+ 24″	−20″	
	Tycho	I	25 51	− 3.89	358.4	+ 54	+10	
		II	28 30	− 4.10	0.0	+ 55	+11	
	Austritt					133		
	☾Rand	II	11 17 45	+ 3.33	62.6	+ 40	0	
Breslau.	Eintritte							
4. GALLE . . .	☾Rand	I	9 10 31	− 3.34	352.8	+ 48	+ 4	
	Tycho	M	27 52	− 4.02	359.3	+ 41	− 3	
	Austritte					89		
	Tycho	M	10 43 46	+ 4.07	55.7	+ 44	+ 4	
	☾Rand	II	11 17 31	+ 3.33	62.6	+ 33	− 4	
						80		
Breslau.	Eintritte							
5. GÜNTHER . .	☾Rand	I	9 12 21	− 3.34	352.8	+ 15	−19	
	Tycho	M	27 4	− 4.02	359.3	+ 53	+19	
	Austritt					68		
	☾Rand	II	11 18 22	+ 3.33	62.6	+ 52	0	»vielleicht zu spät«
Brüssel.	Eintritt							
6. MAILLY . . .	☾Rand	I	9 11 1	− 3.34	352.8	+ 39	0	
Brüssel.	Eintritte							
7. A. QUETELET.	☾Rand	I	9 10 31	− 3.34	352.8	+ 48	− 7	
	Tycho	I	25 34	− 3.89	358.4	+ 59	+ 4	
		II	28 17	− 4.10	0.0	+ 59	+ 4	
	Heinsius	I	38 7	− 5.81	8.5	[− 93]		
		II	40 45	− 6.42	10.4	[− 90]		
	Austritte					166		
	Heinsius	II	10 29 40	+ 5.62	47.5	[− 94]		
	Tycho	I	42 44	+ 4.17	54.9	+ 55	+ 9	
		II	45 28	+ 3.93	56.8	+ 50	+ 4	
	☾Rand	II	11 17 25	+ 3.33	62.6	+ 34	−12	
						139		
Brüssel.	Eintritte							
8. E. QUETELET.	☾Rand	I	9 10 31	− 3.34	352.8	+ 48	− 3	
	Tycho	I	25 34	− 3.89	358.4	+ 59	+ 8	
		II	28 17	− 4.10	0.0	+ 59	+ 8	
	Heinsius	I	38 7	− 5.81	8.5	[− 93]		
		II	40 45	− 6.42	10.4	[− 90]		
	Fracastor	I	10 4 25	− 7.32	12.6	+ 36	−15	
		II	10 0	− 9.20	15.7	+ 51	0	
	Austritte					253		
	Heinsius	I	10 27 0	+ 6.17	45.7	[− 83]		
		II	29 40	+ 5.62	47.5	[− 94]		
	Fracastor	I	40 40	+10.66	38.0	+ 38	− 5	
		II	48 0	+ 6.96	43.6	+ 38	− 5	
	Tycho	I	42 44	+ 4.17	54.9	+ 55	+12	
		II	45 28	+ 3.93	56.8	+ 50	+ 7	
	☾Rand	II	11 17 25	+ 3.33	62.6	+ 34	− 9	
						215		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Göttingen.	Eintritte							
9. Auwers . .	☾Rand	I	$9^h 11^m 19^s$	−3.34	352°8	+ 33″	− 7″	
	Tycho	I	25 54	−3.89	358.4	+ 53	+13	
		M	27 19	−4.02	359.3	+ 49	+ 9	
		II	28 47	−4.10	0.0	+ 51	+11	
	Gauricus	I	35 53	−5.34	6.8	+ 33	− 7	
		II	39 23	−6.05	9.3	+ 22	−18	
	Austritte					241		
	Tycho	I	10 42 55	+4.17	54.9	+ 58	+ 5	»zu spät«
		M	44 6	+4.07	55.7	+ 49	− 4	
		II	45 39	+3.93	56.8	+ 53	0	
	☾Rand	II	11 18 25	+3.33	62.6	+ 52	− 1	»zu spät«
						212		
Göttingen.	Eintritt							
10. Backmann. .	Tycho	II	9 27 55	−4.10	0.0	+ 64	0	
	Austritt							
	☾Rand	II	11 19 25	+3.33	62.6	+ 70	0	
Göttingen.	Eintritte							
11. Klinkerfues .	☾Rand	I	9 9 38	−3.34	352.8	+ 64	− 3	
	Tycho	I	24 42	−3.89	358.4	+ 72	+ 5	
		II	27 54	−4.10	0.0	+ 64	− 3	
	Austritt					200		
	☾Rand	II	11 17 44	+3.33	62.6	+ 40	0	
Göttingen.	Eintritte							
12. Schering . .	Tycho	I	9 24 43	−3.89	358.4	+ 72	+ 3	
		II	27 47	−4.10	0.0	+ 66	− 3	
	Austritte					138		
	Tycho	II	10 45 49	+3.93	56.8	+ 56	0	
	☾Rand	II	11 21 15	+3.33	62.6	[+103]		
						56		
Greenwich.	Eintritte							
13. Carpenter .	Tycho	I	9 25 32	−3.89	358.4	+ 59	+11	
		II	29 31	−4.10	0.0	+ 41	− 7	
	Fracastor	M	10 6 55	−8.46	14.7	+ 44	− 4	
	Austritte					144		
	Tycho	I	10 42 19	+4.17	54.9	+ 49	+ 7	
		II	45 48	+3.93	56.8	+ 56	+14	
	☾Rand	II	11 16 43	+3.33	62.6	+ 22	−20	
						127		
Greenwich.	Eintritte							
14. Wakelin . .	Tycho	M	9 27 24	−4.02	359.3	+ 48	+ 6	
	Fracastor	M	10 8 7	−8.46	14.7	+ 36	− 6	
	Austritte					84		
	Fracastor	M	10 46 11	+7.66	42.1	+ 50	+11	
	Tycho	M	43 31	+4.07	55.7	+ 41	+ 2	
	Snellius	M	11 7 27	+4.44	53.1	+ 68	+29	?
	Furnerius	M	7 27	+4.29	54.1	+ 2	−37	?
	☾Rand	II	17 26	+3.33	62.6	+ 35	− 4	
						196		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Marburg.	Eintritte							
15. GERLING . .	☾Rand	I	9h 10m 5s	− 3.34	352°.8	+ 56″	− 3″	
	Tycho	I	25 45	− 3.89	358.4	+ 56	− 3	
		II	27 57	− 4.10	0.0	+ 64	+ 5	
	Austritte					176		
	Tycho	I	10 42 46	+ 4.17	54.9	+ 55	+ 1	
		II	45 35	+ 3.93	56.8	+ 52	− 2	
	☾Rand	II	11 14 6	+ 3.33	62.6	[− 26]		
						107		
Marburg.	Eintritte							
16. MELDE . . .	Tycho	M	9 25 20	− 4.02	359.3	+ 79	+ 9	
		II	28 4	− 4.10	0.0	+ 62	− 8	
	Austritte					141		
	Tycho	I	10 43 6	+ 4.17	54.9	+ 60	− 1	
		M	44 48	+ 4.07	55.7	+ 59	− 2	
		II	46 23	+ 3.93	56.8	+ 64	+ 3	
						183		
Olmütz.	Eintritte							
17. SCHMIDT . .	☾Rand	I	9 10 10	− 3.34	352.8	+ 54	−14	
	Schickard	I	14 32	− 3.93	358.6	+ 61	− 7	
		II	15 44	− 4.29	1.3	+ 97	+29	
	Tycho	I	24 41	− 3.89	358.4	+ 72	+ 4	
		M	25 28	− 4.02	359.3	+ 77	+ 9	
		II	26 24	− 4.10	0.0	+ 86	+18	
	Pitatus	I	36 49	− 5.71	8.2	+ 62	− 6	
		M	37 59	− 5.97	9.1	+ 73	+ 5	
		II	38 44	− 6.12	9.5	+ 86	+18	
	Vitello	M	38 24	− 9.12	15.6	+ 18	−50	
	Fracastor	II	10 8 24	− 9.20	15.7	+ 61	− 7	
	Austritte					747		
	Vitello	M	10 10 14	+10.19	38.5	+ 3	−12	
	Pitatus	I	23 34	+ 7.92	41.6	+ 25	+10	
		M	25 24	+ 7.26	42.9	+ 21	+ 6	
		II	27 39	+ 6.67	44.3	+ 17	+ 2	
	Schickard	II	29 54	+ 4.29	54.1	− 3	−18	
	Fracastor	I	39 59	+10.66	38.0	+ 34	+19	
	Tycho	I	40 14	+ 4.17	54.9	+ 19	+ 4	
		M	41 32	+ 4.07	55.7	+ 11	− 4	
		II	42 57	+ 3.93	56.8	+ 12	− 3	
	☾Rand	II	11 15 56	+ 3.33	62.6	+ 8	− 7	
						147		

1. Berlin, BRUHNS; Refractor
2. » ENCKE; Kometensucher } . . . . A. N. 48, 124.
3. » FOERSTER; 3füss. Dollond } . . . . Berlin 5, 258.
4. Breslau, GALLE
5. » GÜNTHER } . . . . A. N. 48, 140.
6. Brüssel, MAILLY
7. » A. QUETELET } . . . . A. N. 48, 91.
8. » E. QUETELET

9. Göttingen, AUWERS; 6füss. Fraunhofer
10. » BACKMANN; Dollond, 31 Lin. Oeffn.
11. » KLINKERFUES; Kometensucher
12. » SCHERING; Dollond, 41 Lin. Oeffn. } . . A. N. 48, 315.
13. Greenwich, CARPENTER; 8füss. Aequat., 6.7 Zoll Oeffn.
14. » WAKELIN; 5füss. Aequat., 4.1 Zoll Oeffn. } Greenwich 1858, 70.
15. Marburg, GERLING
16. » MELDE } . . . . A. N. 48, 216.
17. Olmütz, SCHMIDT; 5füss. Refr. . A. N. 48, 185 und Manuscript pg. 18.

GALLE bemerkt: »Die Farbe des Schattens war während des ersten Dritttheils der Finsterniss dunkel aschgrau oder grüngrau. Später zeigte sich nahe dem Mondrande auch der gewöhnliche röthliche Schimmer, jedoch nur wenig intensiv.« A. und E. QUETELET geben meistens nur das arithmetische Mittel ihrer Beobachtungen an; ich habe dann diese Zahl bei beide Beobachter gesetzt. SCHERING und BACKMANN wechselten bei der letzten Beobachtung die Instrumente. In Olmütz war es bei — 10° R. vollkommen heiter. SCHMIDT mass mit dem Fadenmikrometer 100mal die Breite der Penumbra und 76 Sichelbreiten. Er bemerkt: »Der Schatten war stets kreisförmig begrenzt und ganz regelmässig, wie ich ihn zu jeder Zeit in allen Finsternissen seit 1842 gesehen habe, die ich überhaupt beobachten konnte. Was ihn diesmal besonders auszeichnete, war seine vollkommene Durchsichtigkeit, das vorherrschende sehr schöne Licht und violblaue Colorit. Das Roth war in ganz unbedeutendem Grade vertreten.«

SCHMIDT's Zeitbestimmung scheint um etwa eine Minute fehlerhaft gewesen zu sein, sodass die Eintritte ein zu grosses, die Austritte ein zu kleines V ergeben. SCHMIDT legte, wie er öfter bemerkt, bei diesen Beobachtungen keinen Werth auf die absolute Zeitbestimmung, da er die Kenntniss der Dauer der Verfinsterung der Flecken zur Bestimmung des Vergrösserungscoefficienten für ausreichend hielt (A. N. 52, 233). Dem ausserordentlich kleinen Werthe $V_1 = 14''.7$ darf man daher nicht zu viel Bedeutung beilegen, da alle anderen Beobachter übereinstimmend grössere Werthe geben.

Berechnet sind 109 Radien,
ausgeschlossen . . . 9 » ,
also benutzt . . . . 100, nämlich 55 Eintritte und 45 Austritte.

36.

Mondfinsterniss am 6. Februar 1860.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Athen.	Eintritte							
1. SCHMIDT . . .	Grimaldi	I	$13^h12^m12^s$	−2.47	246°4	+ 42″	− 7″	
		II	14 50	−2.67	242.4	+ 68	+19	
	Riccioli	M	11 25	−2.53	245.1	+ 29	−20	
	Kepler	M	17 4	−2.33	249.7	+ 65	+16	
	Pytheas	M	21 15	−2.17	254.3	+ 64	+15	
	Plato	I	20 40	−1.93	264.2	+ 59	+10	
		II	22 15	−1.93	264.0	+ 63	+14	
	Pico	M	22 35	−1.96	262.6	+ 42	− 7	
	Copernicus	I	23 40	−2.32	249.9	+ 75	+26	
		II	25 40	−2.37	248.7	+ 70	+21	
	Archimed	I	26 25	−2.08	257.4	+ 46	− 3	
	Aristoteles	II	31 0	−1.95	263.0	+ 62	+13	
	Hercules	M	38 20	−1.99	261.4	+ 53	+ 4	
	Manilius	M	38 35	−2.32	249.9	+ 55	+ 6	
	Endymion	M	39 25	−1.95	263.0	+ 33	−16	
	Atlas	M	40 15	−1.99	261.3	+ 17	−32	
	Posidonius	M	41 35	−2.11	256.2	+ 41	− 8	
	Bulliald	I	41 15	−3.49	232.2	+ 50	+ 1	
		II	42 38	−3.64	230.9	+ 67	+18	
	Menelaus	M	41 30	−2.31	250.2	+ 46	− 3	
	Lemonnier	A	43 43	−2.18	254.0	+ 47	− 2	
	Vitello	I	44 20	−4.46	225.6	+ 48	− 1	
		II	45 30	−4.62	224.8	+ 58	+ 9	
	Struve	M	45 50	−2.02	259.7	+ 50	+ 1	
	Plinius	M	45 50	−2.34	249.3	+ 46	− 3	
	Vitruvius	M	47 52	−2.31	250.2	+ 57	+ 8	
	Dionys	M	48 35	−2.63	243.2	+ 52	+ 3	
	Pitatus	I	54 20	−4.66	224.6	+ 51	+ 2	
		II	58 15	−5.19	221.9	+ 50	+ 1	
	Proclus	M	55 30	−2.37	248.6	+ 38	−11	
	Schickard	I	56 37	−9.82	213.3	+ 37	−12	
	Picard	M	58 55	−2.42	247.4	+ 41	− 8	
	Goclenius	I	14 9 55	−3.37	233.4	+ 36	−13	
		II	11 0	−3.45	232.6	+ 45	− 4	
	Langrenus	I	13 32	−3.26	234.4	+ 37	−12	
		M	15 15	−3.40	233.0	+ 33	−16	
		II	16 55	−3.56	231.6	+ 37	−12	
	Austritte					1810		
	Schickard	II	14 24 0	+9.44	193.1	+ 45	− 4	
	Fourier	B	33 15	+5.18	184.4	+ 26	−23	
	Byrgius	A	40 20	+3.73	176.6	+ 32	−17	
	Vitello	I	40 40	+4.83	183.3	+ 44	− 5	
		II	41 12	+4.73	182.5	+ 30	−19	
		A	42 40	+4.51	181.5	[+ 89]		
	Campanus	M	45 5	+4.60	182.0	+ 28	−21	
	Mercator	M	45 5	+4.78	182.8	+ 41	− 8	
	Krüger	I	45 30	+3.14	171.0	+ 49	0	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Krüger	II	14h 46m 15s	+3.10	170°5	+ 35″	−11″	
	Pitatus	II	49 15	+4.91	183.4	+ 37	−12	
	Gassendi	I	50 48	+3.33	173.0	+ 42	− 7	
		M	51 45	+3.26	172.4	+ 35	−14	
		II	53 15	+3.17	171.3	+ 42	− 7	
	Grimaldi	I	51 35	+2.72	165.2	+ 59	+10	
		M	52 55	+2.64	163.8	+ 36	−13	
		II	55 30	+2.53	161.8	+ 49	0	
	Billy	M	52 11	+2.98	169.1	+ 59	+10	
	Riccioli	M	53 40	+2.54	161.9	+ 30	−19	
	Bulliald	I	53 40	+3.74	176.7	+ 47	− 2	
		II	55 30	+3.58	175.3	+ 34	−15	
	Olbers	M	15 0 20	+2.29	156.1	+ 62	+13	
	Galilei γ	M	2 25	+2.33	157.1	+ 25	−24	
	Kepler	M	9 12	+2.36	158.0	+ 48	− 1	
	Briggs	M	8 37	+2.09	149.9	[− 31]		
	Fracastor	I	9 30	+4.81	182.9	+ 53	+ 4	
		II	11 55	+4.12	179.3	+ 67	+18	
	Aristarch	I	13 55	+2.12	150.7	+ 44	− 5	
		M	14 15	+2.11	150.5	+ 40	− 9	
		II	14 40	+2.11	150.4	+ 40	− 9	
	Copernicus	I	15 45	+2.37	158.3	+ 52	+ 3	
		M	16 50	+2.36	157.8	+ 54	+ 5	
		II	17 45	+2.33	157.3	+ 53	+ 4	
	Theophilus	I	19 25	+3.43	174.0	+ 59	+10	
		M	20 30	+3.35	173.3	+ 54	+ 5	
		II	22 15	+3.22	172.0	+ 61	+12	
	Euler	M	20 18	+2.13	151.3	+ 49	0	
	Pytheas	M	22 10	+2.18	152.8	+ 41	− 8	
	Lahire	M	23 30	+2.09	149.8	+ 44	− 5	
	Goclenius	I	26 30	+3.44	174.1	+ 49	0	
		II	27 45	+3.36	173.3	+ 47	− 2	
	Timocharis	I	27 25	+2.12	150.8	+ 42	− 7	
		II	28 45	+2.11	150.5	+ 57	+ 8	
	Dionys	M	28 10	+2.64	163.8	+ 53	+ 4	
	Harpalus	M	29 20	+1.91	141.4	+ 47	− 2	
	Langrenus	I	29 40	+3.56	175.2	+ 43	− 6	
		M	31 50	+3.39	173.6	+ 47	− 2	
		II	33 55	+3.25	172.2	+ 51	+ 2	
	Manilius	I	31 0	+2.34	157.4	+ 55	+ 6	
		II	31 40	+2.33	157.0	+ 47	− 2	
	Archimed	I	32 50	+2.09	149.7	+ 82	+33	
		II	33 40	+2.08	149.4	+ 54	+ 5	
	Menelaus	M	34 55	+2.31	156.7	+ 50	+ 1	
	Pico	M	36 5	+1.96	144.2	+ 51	+ 2	
	Eudoxus	I	43 40	+1.99	145.6	+ 66	+17	
		II	44 10	+1.99	145.5	+ 48	− 1	
	Aristoteles	I	44 25	+1.95	143.8	+ 55	+ 6	
		II	45 40	+1.95	143.5	+ 57	+ 8	
	Lemonnier	II	44 40	+2.17	152.7	+ 47	− 2	
	Proclus	M	45 18	+2.38	158.4	+ 50	+ 1	
	Posidonius	I	45 18	+2.11	150.6	+ 67	+18	

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Posidonius II	$15^h 46^m 40^s$	+2.10	150°2	+ 66″	+17″	
	Picard M	47 0	+2.11	159.0	+ 65	+16	
	Hercules M	50 45	+1.98	145.4	+ 69	+20	
	Atlas M	51 45	+1.97	144.8	+ 62	+13	
	☾Rand II	56 41	+2.04	147.7	+ 54	+ 5	
					3127		
Berlin.	Eintritte						
2. BRUHNS . . .	Aristarch M	13 10 21	−2.10	256.6	+ 45	− 2	
	II	11 6	−2.11	256.4	+ 35	−12	
	Euler M	16 19	−2.12	256.1	+ 80	+33	
	Timocharis M	21 19	−2.08	257.4	[+119]		?
	Plato I	21 49	−1.93	264.2	+ 23	−24	
	II	23 18	−1.93	264.0	+ 31	−16	
	Copernicus I	24 18	−2.32	249.9	+ 59	+12	
	M	25 58	−2.35	249.0	+ 40	− 7	
	II	27 7	−2.37	248.7	+ 33	−14	
	Gambart M	30 2	−2.56	244.4	+ 46	− 1	?
	Pallas M	36 26	−2.47	246.3	+ 69	+22	?
	Manilius I	38 16	−2.32	249.9	+ 51	+ 4	
	II	39 5	−2.34	249.5	+ 53	+ 6	
	Menelaus I	41 15	−2.30	250.4	+ 48	+ 1	
	II	42 15	−2.32	249.9	+ 42	− 5	
	Plinius I	45 35	−2.33	249.5	+ 41	− 6	
	II	46 15	−2.35	249.0	+ 50	+ 3	
	Austritt				746		
	☾Rand II	15 57 43	+2.04	147.7	[+ 84]		
Berlin.	Austritt						
3. ENCKE . . .	☾Rand II	15 58 11	+2.04	147.7	[+ 98]		
Berlin.	Eintritte						
4. FOERSTER . .	☾Rand I	13 4 51	−2.05	258.4	[− 23]		
	Plato I	22 9	−1.93	264.2	+ 13	−31	
	Copernicus I	23 28	−2.32	249.9	+ 76	+32	
	Manilius I	38 36	−2.32	249.9	+ 43	− 1	
	Menelaus I	41 15	−2.30	250.4	+ 48	+ 4	
	Plinius I	45 35	−2.33	249.5	+ 41	− 3	
	Austritt				221		
	☾Rand II	15 57 13	+2.04	147.7	[+ 70]		
Greenwich.	Eintritte						
5. CRISWICK . .	☾Rand I	13 3 8	−2.05	258.0	+ 27	−31	
	Aristarch II	10 7	−2.11	256.4	+ 63	+ 5	
	Plato M	21 50	−1.93	264.2	+ 48	−10	
	Copernicus M	25 4	−2.35	249.0	+ 62	+ 4	
	Fracastor M	14 10 27	−4.11	227.6	+ 88	+30	
	Austritte				288		
	Kepler M	15 6 48	+2.36	158.0	− 13	−59	
	Aristarch II	14 1	+2.11	150.4	+ 22	−24	
	Copernicus M	17 1	+2.36	157.8	+ 59	+13	
	Plato M	37 57	+1.93	142.6	+ 65	+19	
	☾Rand II	58 9	+2.04	147.7	+ 97	+51	
					230		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Greenwich.	Eintritte							
6. Ellis	Plato	I	$13^h 21^m 8^s$	−1.93	264°.2	+ 45″	− 5″	
		M	21 47	−1.93	264.2	+ 49	− 1	
		II	22 32	−1.93	264.0	+ 55	+ 5	
	Austritte					149		
	Aristarch	M	15 11 11	+2.11	150.5	+ 40	− 9	
	Plato	M	37 45	+1.93	142.6	+ 59	+10	
	☾ Rand	II	56 27	+2.04	147.7	+ 47	− 2	»sehr unsicher«
						146		
7. Hartwell-Observatory . .	Eintritte							
	Grimaldi	I	13 7 1	−2.47	246.4	[+168]		
		II	11 17	−2.67	242.4	+ 80	+21	
	Aristarch	M	9 55	−2.10	256.6	+ 57	− 2	
	Bessarion	M	15 6	−2.21	252.9	+ 66	+ 7	
	Kepler	M	17 5	−2.33	249.7	+ 65	+ 6	?
	Plato	I	20 50	−1.93	264.2	+ 54	− 5	
		II	22 38	−1.93	264.0	+ 52	− 7	
	Copernicus	I	23 37	−2.32	249.9	+ 77	+18	
		II	25 48	−2.37	248.7	+ 66	+ 7	
	Manilius	M	38 15	−2.32	249.9	+ 63	+ 4	
	Posidonius	I	40 16	−2.10	256.8	+ 54	− 5	
		II	42 11	−2.12	256.0	+ 53	− 6	
	Menelaus	M	41 37	−2.31	250.2	+ 43	−16	
	Proclus	M	55 6	−2.37	248.6	+ 48	−11	
	Picard	M	58 39	−2.42	247.4	+ 47	−12	
	Austritte					825		
	Grimaldi	I	14 51 34	+2.72	165.2	+ 59	+ 4	
		II	55 17	+2.53	161.8	+ 44	−11	
	Kepler	M	15 9 37	+2.36	158.0	+ 59	+ 4	
	Bessarion	M	13 14	+2.23	154.4	+ 43	−12	
	Aristarch	M	14 14	+2.11	150.5	+ 40	−15	
	Copernicus	I	16 27	+2.37	158.3	+ 70	+15	
		II	18 3	+2.33	157.3	+ 61	+ 6	
	Pytheas	M	22 15	+2.18	152.8	+ 43	−12	
	Manilius	M	31 28	+2.33	157.1	+ 55	0	
	Menelaus	M	34 38	+2.31	156.7	+ 42	−13	
	Plato	I	37 6	+1.94	143.2	+ 63	+ 8	
		II	38 28	+1.93	142.6	+ 54	− 1	
	Proclus	M	44 57	+2.38	158.4	+ 41	−14	
	Posidonius	M	45 59	+2.11	150.3	+ 70	+15	
	Picard	M	47 44	+2.41	159.0	+ 83	+28	
						827		

1. Athen, Schmidt; 6füss. Refractor von Plössl . . . . . Manuscript pg. 20.
2. Berlin, Bruhns
3. » Encke } . . . . Berlin 5, 258.
4. » Foerster
5. Greenwich, Criswick; 5füss. Altaz.-Telesc., 3.75 Zoll Oeffn. } Greenwich
6. » Ellis; 8füss. Aequatoreal, 6.7 Zoll Oeffn. } 1860, 80.
7. Hartwell-Observatory; Aequatoreal, 84fache Vergr. . M. N. 20, 218.

In den A. N. 52, 233 schreibt SCHMIDT: »Diese Finsterniss trat bei sehr ungünstiger Witterung ein, als es zu Athen Gewitter, Hagel, Sturm und Erdbeben gab. Aber die Stunden vom Anfang bis zum Ende der Finsterniss waren sehr klar und nur während der Eintritte störte einigemale kleines Cirrusgewölk. Gegen 100 beobachtete Ein- und Austritte theile ich nicht mit, weil meine mit einem hölzernen Sextanten gemachten Zeitbestimmungen auf $\pm$ 10ˢ unsicher sind . . .« Im Manuscript, welchem die Beobachtungen entnommen wurden, giebt er jedoch den Fehler der Zeitbestimmung auf $\pm$ 4ˢ bis 5ˢ an. In Berlin wurden die Beobachtungen vielfach durch Wolken gestört.

Die Schattengrenze muss bei dieser Finsterniss recht scharf gewesen sein, denn alle Beobachtungen zeigen eine sehr gute Uebereinstimmung. Der aus diesen Beobachtungen zu bestimmende Mittelwerth von V wird daher recht zuverlässig sein.

Berechnet sind 175 Radien,
ausgeschlossen . . . 8 » ,
also benutzt . . . . 167, nämlich 80 Eintritte und 87 Austritte.

37.

Mondfinsterniss am 1. Juni 1863.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Greenwich.	Eintritte							
1. CRISWICK . .	☾Rand	I	9ʰ46ᵐ 6ˢ	−1.83	293°0	+ 40″	+13″	»unsicher durch Wolken«
	☾Rand	II	10 54 25	−2.59	320.9	+ 14	−13	
						54		
Lübeck.	Eintritte							
2. THIEL	☾Rand	I	9 45 33	−1.83	293.0	+ 47	− 1	
	☾Rand	II	10 52 55	−2.59	320.9	+ 48	0	
						95		
	Austritte							
	☾Rand	I	11 59 44	+2.59	43.9	+ 44	+ 3	
	☾Rand	II	13 6 7	+1.83	71.8	+ 38	− 3	
						82		
Marburg.	Eintritte							
3. GERLING . . .	☾Rand	I	9 45 45	−1.83	293.0	+ 51	+ 2	
	Grimaldi	M	48 15	−1.87	295.9	+ 73	+24	
	Gassendi	M	56 51	−1.83	292.7	+ 51	+ 2	
	Kepler	M	59 1	−1.97	301.9	[+119]		
	Aristarch	M	10 2 47	−2.12	308.5	+ 52	+ 3	
	Tycho	M	8 24	−1.76	285.7	+ 48	− 1	
	Copernicus	M	9 36	−2.01	303.9	+ 59	+10	

Beobachter	Object		ϑ			σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Lambert	M	10ʰ	11ᵐ	38ˢ	−2.15	309°.6	[+132″]		
	Manilius	M		26	34	−2.10	307.6	+ 34	−15″	
	Plato	I		28	51	−2.60	321.0	+ 31	−18	
		II		30	1	−2.63	321.7	+ 56	+ 7	
	Menelaus	M		30	45	−2.14	308.9	+ 24	−25	
	Plinius	M		33	14	−2.13	308.6	+ 55	+ 6	
	Austritte							534		
	☾Rand	I	11	56	13	+2.59	43.9	[− 22]		
	Aristarch	M	12	9	55	+2.13	56.0	+ 37	0	?
								37		
Marburg.	Eintritte									
4. MAURITIUS . .	Grimaldi	M	9	48	24	−1.87	295.9	+ 68	+ 7	
	Gassendi	M		56	53	−1.83	292.7	+ 50	−11	
	Kepler	M	10	0	15	−1.97	301.9	+ 81	+20	
	Aristarch	M		2	37	−2.12	308.5	+ 56	− 5	
	Tycho	I		7	47	−1.76	285.7	+ 45	−16	
		II		9	20	−1.76	285.8	+ 44	−17	
	Copernicus	I		8	28	−2.00	303.3	+ 68	+ 7	
		II		9	39	−2.01	303.9	+ 77	+16	
	Lambert	M		11	58	−2.15	309.6	[+122]		
	Manilius	M		26	0	−2.10	307.6	+ 50	−11	
	Plato	M		29	1	−2.61	321.2	+ 54	− 7	
	Posidonius	M		38	54	−2.35	315.4	+ 62	+ 1	
	☾Rand	II		51	43	−2.59	320.9	+ 76	+15	
	Austritte							731		
	Aristarch	M	12	9	11	+2.13	56.0	+ 17	−24	?
	Plato	M		12	29	+2.62	43.2	+ 33	− 8	
	Kepler	M		17	51	+1.99	62.2	+ 43	+ 2	
	Copernicus	M		23	47	+2.02	60.7	+ 21	−20	
	Gassendi	M		25	36	+1.83	72.2	+ 64	+23	
	Posidonius	M		34	40	+2.35	69.3	+ 55	+14	
	Manilius	M		35	2	+2.10	57.1	+ 40	− 1	
	Tycho	M		42	19	+1.76	79.2	+ 54	+13	
								327		
Oxford.	Eintritte									
5. LUCAS	☾Rand	I	9	46	39	−1.83	293.0	+ 22	−27	
	☾Rand	II	10	51	43	−2.59	320.9	+ 76	+27	
	Austritt							98		
	☾Rand	II	13	6	0	+1.83	71.8	+ 35	0	
Wien.	Eintritte									
6. SCHMIDT . . .	Grimaldi	II	9	49	51	−1.88	296.7	+ 45	+ 7	
	Gassendi	M		56	49	−1.83	292.7	+ 53	+15	
		II		57	48	−1.83	292.9	+ 40	+ 2	
	Kepler	I	10	1	11	−1.99	302.6	+ 37	− 1	
		II		1	34	−1.98	302.5	+ 44	+ 6	
	Aristarch	I		2	39	−2.12	308.3	+ 44	+ 6	
		II		3	6	−2.13	308.7	+ 55	+17	
	Hesiod	B		6	54	−1.81	300.4	+ 27	−11	
	Bulliald	M		6	54	−1.83	292.9	[− 41]		»unsicher«
	Pitatus	I		7	19	−1.80	289.4	+ 33	− 5	
		II		8	26	−1.80	289.6	+ 47	+ 9	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Tycho	I	10h 8m 5s	−1.76	285°7	+ 35″	− 3″	
		M	8 53	−1.76	285.7	+ 31	− 7	
		II	9 25	−1.76	285.8	+ 41	+ 3	
	Copernicus	M	10 7	−2.01	303.9	+ 44	+ 6	
		II	10 59	−2.01	303.9	+ 37	− 1	
	Pytheas	M	12 54	−2.12	308.4	+ 47	+ 9	
	Harpalus	M	20 11	−2.59	321.0	+ 29	− 9	
	Archimed	M	23 55	−2.27	313.2	+ 48	+10	
		II	24 34	−2.28	313.5	+ 59	+21	
	Manilius	I	26 1	−2.10	307.4	+ 37	− 1	
		II	26 29	−2.10	307.7	+ 47	+ 9	
	Dionys	M	27 49	−2.00	303.2	+ 42	+ 4	
	Pico	M	27 49	−2.52	319.4	+ 37	− 1	
	Fracastor	I	28 59	−1.85	294.1	+ 31	− 7	
		M	29 50	−1.85	294.5	+ 29	− 9	
		II	30 34	−1.86	294.9	+ 29	− 9	
	Plato	I	29 9	−2.60	321.0	+ 25	−13	
		M	29 39	−2.61	321.2	+ 40	+ 2	
		II	30 59	−2.63	321.7	+ 34	− 4	
	Menelaus	M	30 9	−2.14	308.9	+ 40	+ 2	
	Theophil.A	M	30 53	−1.91	298.2	+ 32	− 6	
	Plinius	M	33 31	−2.13	308.6	+ 47	+ 9	
	Calippus	M	34 19	−2.46	318.1	+ 17	−21	
	Goclenius	M	37 22	−1.92	299.3	+ 22	−16	
	Langrenus	M	42 7	−1.94	300.2	+ 36	− 2	
	Proclus	M	43 39	−2.17	310.3	+ 35	− 3	
	Picard	M	45 29	−2.16	309.6	+ 39	+ 1	
	☾ Rand	II	53 29	−2.59	320.9	+ 35	− 3	
	Austritte					1450		
	☾ Rand	I	11 59 27	+2.59	43.9	+ 53	+ 6	
	Aristarch	II	12 9 39	+2.13	56.0	+ 21	−26	
	Laplace	M	9 59	+2.45	46.8	+ 34	−13	
	Riccioli	I	10 39	+1.90	66.8	+ 74	+27	
		II	11 14	+1.88	68.2	+ 36	−11	
	Grimaldi	I	12 4	+1.89	67.7	+ 49	+ 2	
		M	13 1	+1.88	68.6	+ 39	− 8	
		II	13 26	+1.86	69.5	+ 19	−28	
	Plato	I	12 27	+2.62	43.4	+ 54	+ 7	
		II	13 23	+2.60	43.6	+ 28	−19	
	Pico	M	15 14	+2.51	45.6	+ 47	0	?
	Bessarion	M	15 44	+2.05	59.2	+ 40	− 7	?
	Pico	A	16 24	+2.47	46.4	+ 47	0	
	Kepler	M	17 34	+1.99	62.2	+ 34	−13	
	Pytheas	M	20 19	+2.13	56.2	+ 39	− 8	
	Aristoteles	II	21 19	+2.67	42.5	+ 49	+ 2	
	Timocharis	M	21 29	+2.21	53.4	+ 55	+ 8	
	Eudoxus	I	22 39	+2.55	44.7	+ 50	+ 3	
		M	23 14	+2.54	44.9	+ 45	− 2	
		II	23 59	+2.53	45.2	+ 47	0	
	Copernicus	I	23 38	+2.02	60.6	+ 37	−10	
		M	24 28	+2.02	60.7	+ 41	− 6	
		II	25 36	+2.01	61.2	+ 51	+ 4	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Endymion	I	12h 24m 24s	+2.83	39°8	+ 55″	+ 8″	
		M	25 54	+2.78	40.5	+ 54	+ 7	
		II	26 39	+2.77	40.7	+ 40	− 7	
	Gassendi	II	25 54	+1.83	72.3	+ 54	+ 7	
	Schickard	I	28 34	+1.76	80.3	+ 68	+21	
		M	29 54	+1.75	80.7	+ 53	+ 6	
		II	31 7	+1.75	81.0	+ 30	−17	
	Sulp.Gallus	M	32 54	+2.18	54.4	+ 15	−32	
	Menelaus	M	37 47	+2.12	56.3	+ 64	+17	
	Tycho	I	42 14	+1.76	79.1	+ 76	+29	»Wolken«
		II	43 19	+1.76	79.2	+ 60	+13	
	Dionys	M	43 54	+1.99	61.8	+ 58	+11	
	Proclus	M	48 34	+2.16	55.0	+ 61	+14	
	Picard	M	51 31	+2.14	55.6	+ 66	+19	
	☾ Rand	II	13 5 49	+1.83	71.8	+ 28	−19	
						1771		

1. Greenwich, Criswick; 5füss. Altaz.-Telesc., 3.75 Zoll Oeffn. Greenwich 1863, 60.
2. Lübeck, Thiel . . . . A. N. 60, 160.
3. Marburg, Gerling; 40 Zoll Brennw., 28 Lin. Oeffn., 74fache Vergr. } A. N.
4. » Mauritius; 60 » » 43 » » 54 » » } 60, 268.
5. Oxford, Lucas; 10füss. Telescop. . . . . M. N. 23, 254.
6. Wien, Schmidt; 3füss. Achromat . . . . Manuscript pg. 22.

In Greenwich war der Zustand der Atmosphäre und des Schattens ausserordentlich günstig; zur Zeit der grössten Verfinsterung wurde die Helligkeit des Mondes mit der einiger Fixsterne verglichen (M. N. 24, 67).

Berechnet sind 122 Radien,
ausgeschlossen . . . 5 » ,
also benutzt . . . . 117, nämlich 67 Eintritte und 50 Austritte.

38.

Mondfinsterniss am 13. September 1867.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Altona. 1. Oppenheim .	Eintritt ☾ Rand	I	10h 58m 26s	−2.56	214°1	+ 22″	0″	
Altona. 2. C.A.F. Peters	Eintritt ☾ Rand	I	10 57 14	−2.56	214.1	+ 50	0	
Athen. 3. Schmidt . .	Eintritte Seleucus	M	11 1 49	−2.74	209.5	+ 54	+ 6	
	Olbers	M	3 39	−3.07	203.3	+ 53	+ 5	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Aristarch	I	11ʰ 7ᵐ21ˢ	−2.72	210°1	+ 50″	+ 2″	
		II	7 54	−2.74	209.7	+ 55	+ 7	
	Harpalus	I	7 24	−2.39	219.7	+ 51	+ 3	
		II	7 44	−2.39	219.8	+ 56	+ 8	
	Galilei γ	I	8 44	−3.10	202.8	+ 46	− 2	
		II	9 24	−3.13	202.4	+ 37	−11	
	Riccioli	I	9 54	−3.46	197.9	+ 19	−29	
		II	11 14	−3.63	196.1	+ 63	+15	
	Grimaldi	I	12 4	−3.58	196.6	+ 52	+ 4	
		M	14 44	−3.78	194.6	+ 52	+ 4	
		II	16 49	−3.95	193.0	+ 63	+15	
	Euler	M	15 44	−2.77	208.9	+ 57	+ 9	
	Lahire	M	16 37	−2.70	210.5	+ 52	+ 4	
	Kepler	M	17 41	−3.16	201.9	+ 56	+ 8	
	Plato	I	18 9	−2.42	218.4	+ 48	0	
		II	19 34	−2.43	218.1	+ 61	+13	
	Pico	M	20 6	−2.48	216.5	+ 46	− 2	?
		B	20 36	−2.51	215.6	[− 29]		
	Pytheas	M	21 26	−2.86	207.1	+ 50	+ 2	
	Timocharis	I	22 44	−2.73	209.8	+ 47	− 1	
		II	23 27	−2.75	209.4	+ 53	+ 5	
	Pico	A	24 19	−2.56	214.2	[− 35]		
	Copernicus	I	25 9	−3.15	202.0	+ 66	+18	
		II	27 49	−3.25	200.6	+ 55	+ 7	
	Archimed	I	25 44	−2.69	210.8	+ 48	0	
		II	26 54	−2.75	209.3	+ 65	+17	
	Aristoteles	I	28 4	−2.46	217.3	+ 46	− 2	
		II	29 36	−2.47	216.8	+ 51	+ 3	
	Billy	M	29 19	−4.78	187.3	+ 55	+ 7	
	Eudoxus	I	30 19	−2.52	215.2	+ 41	− 7	
		II	31 29	−2.54	214.8	+ 45	− 3	
	Calippus	M	30 19	−2.59	213.2	+ 53	+ 5	
	Linné	M	35 24	−2.77	208.8	+ 54	+ 6	?
	Gassendi	I	36 49	−5.33	184.6	+ 48	0	
		M	38 59	−5.67	183.2	+ 49	+ 1	
		II	42 9	−6.29	181.1	+ 40	− 8	
	Sulp.Gallus	M	39 41	−3.00	204.6	+ 50	+ 2	
	Manilius	I	40 59	−3.15	202.1	+ 46	− 2	
		II	41 49	−3.18	201.6	+ 52	+ 4	
	Posidonius	I	41 14	−2.73	209.9	+ 44	− 4	
		II	43 26	−2.77	208.9	+ 45	− 3	
	Menelaus	M	44 37	−3.11	202.7	+ 41	− 7	
	Plinius	M	49 19	−3.19	201.5	+ 42	− 6	
	Bulliald	I	54 39	−7.70	177.6	+ 40	− 8	
		M	55 59	−8.17	176.7	+ 47	− 1	
		II	57 54	−8.97	175.4	+ 52	+ 4	
	Dionys	M	54 49	−3.87	193.7	+ 42	− 6	
	Proclus	M	59 9	−3.27	200.4	+ 44	− 4	
	Censorinus	M	12 6 49	−4.37	189.8	+ 37	−11	
	Theophilus	I	13 19	−6.07	181.8	+ 46	− 2	
		M	15 34	−6.57	180.3	+ 47	− 1	
		II	17 49	−7.02	179.1	+ 52	+ 4	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Goclenius	I	12h 23m 24s	−6.61	180°.2	+ 37″	−11″	
		II	25 24	−7.16	178.8	+ 42	− 6	
	Langrenus	I	25 34	−5.97	182.1	+ 39	− 9	
		M	28 44	−6.75	179.8	+ 35	−13	
		II	31 19	−7.59	177.8	+ 45	− 3	
	Austritte					2762		
	Gassendi	M	12 36 19	+5.94	142.7	+ 31	−21	
		II	39 54	+5.32	140.3	+ 47	− 5	
	Bulliald	I	38 49	+7.49	147.1	+ 80	+28	
	Grimaldi	I	40 49	+3.98	132.2	+ 61	+ 9	
		II	45 49	+3.56	128.2	+ 45	− 7	
	Riccioli	I	44 19	+3.58	128.3	+ 76	+24	
		II	45 14	+3.46	127.1	+ 14	−38	
	Olbers	M	52 9	+3.07	121.7	+ 48	− 4	
	Galilei γ	M	55 7	+3.14	122.8	+ 21	−31	
	Seleucus	I	13 3 4	+2.76	115.8	+ 50	− 2	
		II	3 46	+2.73	115.2	+ 38	−14	
	Kepler	M	2 44	+3.17	123.3	+ 42	−10	
	Theophilus	I	4 54	+6.91	145.6	+ 38	−14	
		M	6 24	+6.66	144.9	+ 37	−15	
		II	9 46	+5.90	142.6	+ 50	− 2	
	Aristarch	I	9 49	+2.74	115.3	+ 51	− 1	
		II	10 41	+2.71	114.8	+ 46	− 6	
	Copernicus	I	11 26	+3.21	123.8	+ 73	+21	
		II	12 49	+3.14	122.7	+ 62	+10	
	Goclenius	I	13 35	+6.64	144.9	+ 53	+ 1	
		II	15 7	+6.28	143.9	+ 45	− 7	
	Langrenus	I	15 7	+7.50	147.0	+ 44	− 8	
		M	19 9	+6.44	144.3	+ 43	− 9	
		II	23 14	+5.64	141.6	+ 51	− 1	
	Euler	M	16 46	+2.77	116.0	+ 51	− 1	
	Pytheas	M	18 39	+2.86	117.9	+ 53	+ 1	
	Dionys	M	21 51	+3.81	130.7	+ 52	0	
	Censorinus	M	24 4	+4.26	134.4	+ 48	− 4	
	Timocharis	I	24 49	+2.74	115.5	+ 46	− 6	
		II	25 54	+2.73	115.0	+ 50	− 2	
	Manilius	I	27 6	+3.16	123.1	+ 52	0	
		II	27 59	+3.13	122.6	+ 46	− 6	
	Harpalus	I	27 24	+2.39	105.3	+ 50	− 2	
	Laplace	M	28 44	+2.47	108.2	+ 60	+ 8	?
	Archimed	I	30 54	+2.69	114.2	+ 80	+28	
		II	31 49	+2.68	114.0	+ 55	+ 3	
	Menelaus	M	31 49	+3.10	122.1	+ 53	+ 1	
	Sulp.Gallus	M	32 9	+2.97	120.1	+ 57	+ 5	
	Plinius	M	33 54	+3.18	123.4	+ 47	− 5	
	Pico	B	34 52	+2.44	107.2	[+ 91]		
		M	35 19	+2.47	108.2	+ 56	+ 4	?
	Linné	M	35 59	+2.78	116.2	+ 47	− 5	
	Plato	I	36 29	+2.43	106.8	+ 67	+15	
		II	38 19	+2.41	106.3	+ 65	+13	
	Pico	A	36 49	+2.47	108.2	[+106]		
	Calippus	M	40 5	+2.58	111.5	+ 60	+ 8	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Proclus	M	13h 42m 14s	+3.24	124°2	+ 50″	− 2″	
	Eudoxus	I	43 14	+2.52	109.7	+ 65	+13	
		II	43 46	+2.52	109.6	+ 51	− 1	
	Posidonius	I	44 4	+2.74	115.4	+ 66	+14	
		II	45 29	+2.71	114.8	+ 60	+ 8	
	Aristoteles	I	44 25	+2.46	107.7	+ 61	+ 9	
		II	45 29	+2.45	107.6	+ 55	+ 3	
	☾Rand	II	56 5	+2.56	110.9	+ 54	+ 2	
						2703		
Göttingen.	Eintritte							
4. HEIDORN . .	Aristarch	M	11 5 10	−2.70	210.4	+105	+20	?
	Grimaldi	I	12 32	−3.58	196.6	+ 44	−41	
		II	16 14	−3.95	193.0	+ 73	−12	
	Kepler	M	16 7	−3.16	201.9	+ 86	+ 1	?
	Lambert	M	20 36	−2.77	208.9	+ 26	−59	?
	Copernicus	I	24 58	−3.15	202.0	+ 70	−15	
		II	27 22	−3.25	200.6	+ 64	−21	
	Archimed	M	22 18	−2.63	212.3	+148	+63	?
	Manilius	M	37 50	−3.10	202.9	+117	+32	?
	Delambre	M	54 2	−3.94	193.2	+116	+31	?
	Macrobius	M	59 8	−3.20	201.3	[− 24]		?
	Isid.u.Cap.	M	12 4 59	−4.37	189.8	[+168]		?
	Austritte					849		
	Grimaldi	M	12 42 59	+3.84	130.9	+ 44	−19	?
	Kepler	M	13 4 55	+3.17	123.3	+ 83	+20	?
	Aristarch	M	10 16	+2.74	115.3	+ 48	−15	?
	Copernicus	I	10 38	+3.21	123.8	+ 59	− 4	
		II	13 44	+3.14	122.7	+ 80	+17	
	Lambert	M	18 56	+2.80	116.7	[− 4]		?
						314		
Hamburg.	Eintritt							
5. C.F.W.PETERS	☾Rand	I	10 57 29	−2.56	214.1	+ 45	0	
Leipzig.	Eintritte							
6. ENGELMANN .	Aristarch	M	11 7 56	−2.70	210.4	+ 44	0	?
	Pytheas	M	21 35	−2.86	207.1	+ 47	+ 3	?
	Copernicus	I	25 31	−3.15	202.0	+ 59	+15	
		II	28 50	−3.25	200.6	+ 37	− 7	
	Proclus	M	59 39	−3.27	200.4	+ 35	− 9	?
						222		
Leipzig.	Eintritte							
7. HELMERT . .	Kepler	M	11 17 47	−3.16	201.9	+ 54	+ 6	?
	Pytheas	M	21 28	−2.86	207.1	+ 49	+ 1	?
	Copernicus	M	27 13	−3.18	201.7	+ 46	− 2	?
	Reinhold	M	33 30	−3.72	195.1	[− 20]		?
	Manilius	M	41 49	−3.10	202.9	+ 40	− 8	?
	Posidonius	M	42 44	−2.76	209.1	+ 34	−14	?
	Jansen	M	51 36	−3.20	201.3	+ 75	+27	?
	Delambre	M	54 54	−3.94	193.2	[+103]		?
	Proclus	M	59 21	−3.27	200.4	+ 41	− 7	?
						339		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritte							
	Gassendi	M	$12^h36^m32^s$	+5.94	142°7	+ 33″	− 1″	?
	Marius	M	54 55	+3.24	124.2	[− 82]		?
	Reinhold	M	13 4 38	+3.51	127.6	+ 37	+ 3	?
	Aristarch	M	9 25	+2.74	115.3	+ 30	− 4	?
	Copernicus	M	11 1	+3.20	123.7	+ 45	+11	?
	Pytheas	M	18 9	+2.86	117.9	+ 43	+ 9	?
	Delambre	M	21 41	+3.90	131.6	[+115]		?
	Manilius	M	27 11	+3.14	122.8	+ 43	+ 9	?
	Proclus	M	41 21	+3.24	124.2	+ 34	0	?
	Posidonius	M	36 22	+2.92	119.0	[−113]		?
	☾ Rand	II	54 14	+2.56	110.9	+ 11	−23	
						276		
Leipzig.	Eintritte							
8. Leppig . . .	Pytheas	M	11 19 34	−2.86	207.1	+ 89	+ 8	?
	Copernicus	M	26 7	−3.18	201.7	+ 67	−14	?
	Manilius	M	37 49	−3.10	202.9	+118	+37	?
	Plinius	M	48 9	−3.19	201.5	+ 64	−17	?
	Delambre	M	53 56	−3.94	193.2	+118	+37	?
	Proclus	M	59 51	−3.27	200.4	+ 32	−49	?
	Austritte					488		
	Marius	M	12 55 1	+3.24	124.2	[− 80]		?
	Aristarch	M	13 9 14	+2.74	115.3	+ 26	−46	?
	Copernicus	M	13 41	+3.20	123.7	+ 94	+22	?
	Pytheas	M	19 4	+2.86	117.9	+ 62	−10	?
	Delambre	M	21 46	+3.90	131.6	+117	+45	?
	Manilius	M	28 31	+3.14	122.8	+ 68	− 4	?
	Posidonius	M	37 18	+2.92	119.0	[− 94]		?
	☾ Rand	II	56 33	+2.56	110.9	+ 65	− 7	
						432		
Leipzig.	Eintritte							
9. Steinbach . .	☾ Rand	I	10 56 30	−2.56	214.1	+ 67	− 4	
	Aristarch	M	11 6 9	−2.70	210.4	+ 84	+13	?
	Copernicus	M	24 39	−3.18	201.7	+ 95	+24	?
	Delambre	M	53 35	−3.94	193.2	[+123]		?
	Proclus	M	59 26	−3.27	200.4	+ 39	−32	?
	Austritte					285		
	Mersenius	M	12 30 49	+6.57	144.7	+ 52	+16	?
	Grimaldi	M	41 33	+3.84	130.9	+ 22	−14	?
	Marius	M	54 40	+3.24	124.2	[− 87]		?
	Kepler	M	13 2 33	+3.17	123.3	+ 39	+ 3	?
	Aristarch	M	9 37	+2.74	115.3	+ 34	− 2	?
	Copernicus	M	9 52	+3.20	123.7	+ 23	−13	?
	Pytheas	M	18 15	+2.86	117.9	+ 44	+ 8	?
	Manilius	M	27 5	+3.14	122.8	+ 41	+ 5	?
	Posidonius	M	36 52	+2.92	119.0	[−103]		?
	☾ Rand	II	55 15	+2.56	110.9	+ 35	− 1	
						290		
Leipzig.	Eintritte							
10. Vogel . . .	☾ Rand	I	10 56 14	−2.56	214.1	+ 73	+14	
	Aristarch	M	11 6 22	−2.70	210.4	+ 79	+20	?
	Pytheas	M	21 40	−2.86	207.1	+ 45	−14	?

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Copernicus	M	11ʰ25ᵐ36ˢ	−3.18	201°7	+ 77″	+18″	?
	Manilius	M	40 32	−3.10	202.9	+ 65	+ 6	?
	Bessel	M	42 15	−2.95	205.4	+ 49	−10	?
	Menelaus	M	43 51	−3.11	202.7	+ 55	− 4	?
	Plinius	M	49 0	−3.19	201.5	+ 48	−11	?
	Jansen	M	49 55	−3.20	201.3	[+107		?
	Delambre	M	54 1	−3.94	193.2	+116]		?
	Proclus	M	59 34	−3.27	200.4	+ 37	−22	?
	Austritte					528		
	Mersenius	M	12 30 44	+6.57	144.7	+ 52	+11	?
	Grimaldi	M	41 42	+3.84	130.9	+ 24	−17	?
	Marius	M	55 13	+3.24	124.2	[− 76]		?
	Kepler	M	13 2 38	+3.17	123.3	+ 40	− 1	?
	Aristarch	M	9 57	+2.74	115.3	+ 41	0	?
	Copernicus	M	11 7	+3.20	123.7	+ 46	+ 5	?
	Pytheas	M	18 11	+2.86	117.9	+ 43	+ 2	?
	Delambre	M	21 43	+3.90	131.6	[+116]		?
	Manilius	M	27 29	+3.14	122.8	+ 48	+ 7	?
	Bessel	M	31 58	+3.04	121.2	[− 22		?
	Posidonius	M	36 33	+2.92	119.0	−109		?
	Macrobius	M	47 51	+2.96	119.7	+118]		?
	Eimmart	M	49 26	+3.02	120.8	+ 36	− 5	?
	☾ Rand	II	55 15	+2.56	110.9	+ 35	− 6	
						365		

1. Altona, OPPENHEIM } . . . . A. N. 70, 47.
2. » C. A. F. PETERS }
3. Athen, SCHMIDT; 6füss. Refractor, schwache Vergr. . Manuscript pg. 25.
4. Göttingen, HEIDORN . . . . A. N. 70, 191.
5. Hamburg, C. F. W. PETERS. . . . . A. N. 70, 47.
6. Leipzig, ENGELMANN; 6füss. Refractor }
7. » HELMERT; 4füss. Refractor }
8. » LEPPIG; 3½füss. Refractor } . . . . . . A. N. 70, 47.
9. » STEINBACH; Kometensucher }
10. » VOGEL; 12füss. Aequatoreal }

Die Zeitbestimmung von SCHMIDT ist ± 5ˢ unsicher; der Himmel war zu Athen ganz heiter. In Göttingen war das Wetter ungünstig, gegen Ende bedeckte sich der Himmel gänzlich.

Berechnet sind 213 Radien,
ausgeschlossen . . . 24 » ,
also benutzt . . . . 189, nämlich 101 Eintritte und 88 Austritte.

39.

Mondfinsterniss am 3. September 1876.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Athen.	Eintritte							
1. Schmidt . .	☾ Rand	I	$8^h 18^m 5^s$	− 3.60	187°1	[+ 8″		
	Laplace	M	28 57	− 4.15	181.9	+ 75]		
	Plato	I	30 9	− 3.69	186.1	+ 47	0″	
		II	31 27	− 3.76	185.4	+ 67	+20	
	Lichtenbrg.	M	31 52	− 6.96	169.3	+ 62	+15	?
	Pico	M	34 42	− 4.02	183.0	+ 46	− 1	?
	Aristoteles	I	37 49	− 3.59	187.2	+ 50	+ 3	
		II	40 7	− 3.68	186.2	+ 45	− 2	
	Eudoxus	I	42 7	− 3.98	184.2	+ 44	− 6	
		II	43 57	− 3.95	183.6	+ 48	+ 1	
	Endymion	I	43 17	− 3.39	189.7	+ 36	−11	
		II	46 3	− 3.47	188.7	+ 48	+ 1	
	Hercules	I	46 30	− 3.66	186.5	+ 38	− 9	
		II	48 22	− 3.74	185.7	+ 51	+ 4	
	Atlas	I	47 30	− 3.64	186.7	+ 37	−10	
		II	49 17	− 3.71	185.9	+ 58	+11	
	Archimed	I	49 17	− 5.58	173.8	+ 43	− 4	
		II	51 52	− 6.00	172.2	+ 54	+ 7	
	Aristarch	I	53 57	−17.28	158.9	+ 48	+ 1	
		II	57 17	−27.47	156.3	+ 61	+14	
	Struve	M	55 24	− 3.78	185.2	+ 32	−15	
	Posidonius	I	56 43	− 4.59	178.8	+ 55	+ 8	
		II	60 47	− 4.97	176.6	+ 46	− 1	
	Euler	M	59 17	−15.19	159.8	+ 41	− 6	
	Linné	M	58 37	− 6.15	171.7	+ 44	− 3	
	Pytheas	M	9 8 37	−44.72	154.7	+ 53	+ 6	
	Proclus	M	28 47	−10.87	163.0	+ 42	− 5	
	Picard	M	34 42	−12.71	161.4	+ 41	− 6	
	Austritte					1234		
	Lichtenbrg.	M	9 21 12	+ 7.30	135.5	+ 50	+ 4	
	Lahire	M	34 12	+ 7.49	136.0	+ 44	− 2	
	Timocharis	M	40 12	+ 7.25	135.4	+ 36	−10	
	Archimed	I	49 42	+ 5.92	131.5	+ 54	+ 8	
		II	52 37	+ 5.15	128.3	+ 41	− 5	
	Harpalus	M	52 32	+ 3.85	119.5	+ 32	−14	
	Laplace	M	54 12	+ 4.05	121.3	+ 72	+26	
	Linné	M	59 9	+ 5.65	130.2	+ 46	0	?
	Pico	M	10 2 2	+ 3.96	120.5	+ 47	+ 1	?
	Plato	I	3 47	+ 3.71	118.1	+ 51	+ 5	
		II	6 9	+ 3.65	117.4	+ 46	0	
	Proclus	M	1 57	+ 8.02	137.0	+ 39	− 7	
	Posidonius	I	10 37	+ 4.78	126.3	+ 43	− 3	
		II	14 32	+ 4.50	124.6	+ 59	+13	
	Eudoxus	I	11 42	+ 3.84	120.2	+ 44	− 2	
		II	13 22	+ 3.83	119.3	+ 42	− 4	
	Aristoteles	I	14 2	+ 3.61	117.0	+ 42	− 4	
		II	16 2	+ 3.57	116.6	+ 43	− 3	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Hercules	I	10h 21m 32s	+ 3.69	117°8	+ 48"	+ 2"	
		II	22 37	+ 3.63	117.2	+ 45	− 1	
	Atlas	I	23 11	+ 3.67	117.6	+ 54	+ 8	
		II	24 27	+ 3.57	116.6	+ 46	0	
	Endymion	I	25 57	+ 3.41	114.6	+ 44	− 2	
		II	27 22	+ 3.37	114.0	+ 48	+ 2	
	Struve	M	28 17	+ 3.60	117.8	+ 46	0	
	☾Rand	II	30 5	+ 3.54	116.2	+ 44	− 2	
						1206		
Leipzig.	Eintritte							
2. BRUHNS . . .	☾Rand	I	8 17 2	− 3.60	187.1	+ 26	−25	
	Calippus	II	48 2	− 4.50	179.4	+ 29	−22	
	Aristarch	I	48 56	−17.28	158.9	+ 65	+14	
	Euler	I	57 20	−14.70	160.6	+ 37	−14	
	Pytheas	I	9 5 20	−20.49	157.8	+ 53	+ 2	
	Eimmart	M	15 2	− 5.38	174.6	+ 66	+15	
	Plinius	I	18 56	−13.03	161.1	+ 78	+27	
	Austritte					354		
	Laplace	M	9 55 44	+ 4.05	121.3	+ 95	+26	
	Plato	I	10 5 20	+ 3.71	118.1	+ 77	+ 8	
		II	6 20	+ 3.65	117.4	+ 49	−20	
	☾Rand	II	30 44	+ 3.54	116.2	+ 55	−14	
						276		
Leipzig.	Eintritte							
3. DEICHMÜLLER .	Plato	I	8 29 14	− 3.69	186.1	+ 62	+ 2	
		II	31 32	− 3.76	185.4	+ 66	+ 6	
	Aristarch	I	49 32	−17.28	158.9	+ 63	+ 3	
	Pytheas	I	9 6 20	−20.49	157.8	+ 50	−10	
	Eimmart	M	17 8	− 5.38	174.6	+ 43	−17	
	Plinius	I	19 2	−13.03	161.1	+ 78	+18	
	Austritte					362		
	Laplace	M	9 55 50	+ 4.05	121.3	+ 96	+28	
	☾Rand	II	10 29 50	+ 3.54	116.2	+ 40	−28	
						136		
Leipzig.	Eintritte							
4. HARZER . . .	Plato	I	8 30 50	− 3.69	186.1	+ 36	−18	
	Calippus	II	47 50	− 4.50	179.4	+ 31	−23	
	Aristarch	I	50 14	−17.28	158.9	+ 61	+ 7	
	Euler	I	57 32	−14.70	160.6	+ 36	−18	
	Pytheas	I	9 3 20	−20.49	157.8	+ 59	+ 5	
	Eimmart	M	14 8	− 5.38	174.6	+ 76	+22	
	Plinius	I	18 50	−13.03	161.1	+ 79	+25	
	Austritte					378		
	Laplace	M	9 54 32	+ 4.05	121.3	+ 77	+21	
	Plato	I	10 4 26	+ 3.71	118.1	+ 62	+ 6	
		II	5 50	+ 3.65	117.4	+ 41	−15	
	☾Rand	II	30 2	+ 3.54	116.2	+ 43	−13	
						223		
Leipzig.	Eintritte							
5. LEPPIG . . .	☾Rand	I	8 15 56	− 3.60	187.1	+ 44	−14	
	Plato	I	30 14	− 3.69	186.1	+ 45	−13	
		II	31 56	− 3.76	185.4	+ 59	+ 1	



Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Endymion	M	8h 47m 38s	− 3.56	187°5	[− 11″]		?
	Aristarch	I	49 38	− 17.28	158.9	+ 63	+ 5″	
		II	53 8	− 27.47	156.3	+ 71	+13	
	Struve	I	53 38	− 3.68	186.2	+ 60	+ 2	
		II	55 8	− 3.73	185.7	+ 72	+14	
	Pytheas	I	9 4 38	− 20.49	157.8	+ 55	− 3	
	Eimmart	M	16 2	− 5.38	174.6	+ 55	− 3	
	Austritte					524		
	Plato	I	10 3 26	+ 3.71	118.1	+ 46	−10	
		II	6 38	+ 3.65	117.4	+ 54	− 2	
	Endymion	M	27 50	+ 3.34	113.6	+ 67	+11	
	Struve	M	28 20	+ 3.60	117.8	+ 47	− 9	
	☾ Rand	II	31 20	+ 3.54	116.2	+ 65	+ 9	
						279		
Leipzig.	Eintritte							
6. Peter. . .	Plato	I	8 30 26	− 3.69	186.1	+ 42	− 5	
		II	32 20	− 3.76	185.4	+ 53	+ 6	
	Aristarch	I	51 38	− 17.28	158.9	+ 56	+ 9	
	Plinius	I	9 24 14	− 13.03	161.1	+ 54	+ 7	
	Proclus	I	29 44	− 11.54	162.3	+ 29	−18	
	Picard	I	31 50	− 10.80	163.0	+ 50	+ 3	
	Austritt					284		
	☾ Rand	II	10 29 44	+ 3.54	116.2	+ 38		
Leipzig.	Eintritte							
7. Weinek . .	Plato	I	8 30 20	− 3.69	186.1	+ 44	− 5	
		II	32 8	− 3.76	185.4	+ 56	+ 7	
	Calippus	II	47 56	− 4.50	179.4	+ 30	−19	
	Aristarch	I	50 2	− 17.28	158.9	+ 61	+12	
	Euler	I	57 20	− 14.70	160.6	+ 37	−12	
	Pytheas	I	9 3 20	− 20.49	157.8	+ 59	+10	
	Eimmart	M	14 44	− 5.38	174.6	+ 54	+ 5	
	Austritte					341		
	Laplace	M	9 54 44	+ 4.05	121.3	+ 80	+15	
	Plato	I	10 4 50	+ 3.71	118.1	+ 68	+ 3	
		II	5 50	+ 3.65	117.4	+ 41	−24	
	☾ Rand	II	31 38	+ 3.54	116.2	+ 70	+ 5	
						259		
Strassburg.	Eintritte							
8. Hartwig. .	Aristarch	I	8 54 58	− 17.28	158.9	+ 44	− 8	
	Plinius	M	9 38 39	−388.2	152.3	+ 43	− 9	
	Menelaus	II	22 15	− 18.40	158.5	+ 69	+17	
	Austritte					156		
	Timocharis	I	9 40 33	+ 7.26	135.4	+ 48	−24	
		M	41 27	+ 7.25	135.4	+ 47	−25	
		II	42 31	+ 6.78	134.2	+ 45	−27	
	Delisle	I	43 7	+ 5.18	128.4	[+155]		
	Plinius	M	47 37	+ 14.62	143.9	+ 66	− 6	?
	Archimed	M	55 45	+ 5.07	127.9	+ 95	+23	?
		II	56 29	+ 5.15	128.3	+ 86	+14	
	Cassini	M	59 57	+ 4.66	125.6	[− 25]		
	Calippus	M	10 0 48	+ 4.98	126.9	[− 35]		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Plato	I	10ʰ 6ᵐ56ˢ	+ 3.71	118°1	+102″	+30″	
	Proclus	I	8 59	+ 7.38	135.7	+102	+30	
		M	11 29	+ 8.02	137.0	+111	+39	
	Posidonius	I	12 38	+ 4.78	126.3	+ 68	− 4	
	Aristoteles	I	15 22	+ 3.61	117.0	+ 64	− 8	
	☾ Rand	II	29 38	+ 3.54	116.2	+ 36	−36	
						870		
Strassburg.	Eintritte							
9. SCHUR. . .	Aristarch	I	8 55 19	− 17.28	158.9	+ 43	− 1	
	Plinius	I	9 28 57	− 13.03	161.1	+ 32	−12	
	Picard	I	30 18	− 10.80	163.0	+ 58	+14	
	Austritte					133		
	Delisle	I	9 40 44	+ 5.18	128.4	[+127]		
	Archimed	II	55 36	+ 5.15	128.3	+ 76	+25	
	Cassini	I	59 33	+ 4.69	125.8	[− 15]		
	Posidonius	I	10 11 47	+ 4.78	126.3	+ 57	+ 6	
	Aristoteles	I	15 6	+ 3.61	117.0	+ 59	+ 8	
	Cepheus	I	23 10	+ 3.93	120.2	+ 38	−13	
	☾ Rand	II	28 57	+ 3.54	116.2	+ 25	−26	
						255		
Toulouse.	Eintritte							
10. PERROTIN .	Diophantus	M	8 45 42	− 8.10	166.8	+ 50	+ 5	
	Lahire	M	48 27	− 7.73	167.5	+ 46	+ 1	
	Aristarch	M	56 56	− 37.15	155.2	+ 51	+ 6	
	Timocharis	M	51 41	− 6.99	169.2	+ 55	+10	
	Posidonius	M	9 0 26	− 4.97	176.6	+ 29	−16	
	Euler	M	8 56 10	− 15.19	159.8	+ 53	+ 8	
	Linné	M	9 1 55	− 6.15	171.7	+ 12	−33	
	Pytheas	M	9 39	− 44.72	154.7	+ 51	+ 6	
	Pytheas	M	11 53	−146.6	152.8	+ 50	+ 5	
	Plinius	M	31 35	−388.2	152.3	+ 45	0	
	Menelaus	M	24 51	− 25.77	156.6	+ 50	+ 5	
	Picard	M	32 34	− 12.71	161.4	+ 51	+ 6	
	Macrobius	M	31 5	− 13.52	160.8	[− 41]		
	Austritte					543		
	Seleucus	M	9 9 39	+ 12.87	142.7	[+133]		
	Briggs	M	13 38	+ 9.92	140.0	+ 78	+25	
	Euler	M	18 18	+ 19.06	145.8	+ 35	−18	
	Lichtenbrg.	M	20 21	+ 7.30	135.5	+ 42	−11	
	Lahire	M	34 19	+ 7.49	136.0	+ 45	− 8	
	Timocharis	M	40 17	+ 7.25	135.4	+ 37	−16	
	Laplace	M	55 1	+ 4.05	121.3	+ 84	+31	
	Bessel	M	55 46	+ 7.30	135.5	+ 50	− 3	
	Picard	M	10 2 31	+ 11.47	141.6	+ 50	− 3	
	Macrobius	M	3 26	+ 8.57	138.0	[− 3]		
	Plato	I	4 0	+ 3.71	118.1	+ 55	+ 2	
		II	6 30	+ 3.65	117.4	+ 52	− 1	
						528		

1. Athen, SCHMIDT; 6füss. Refractor, schwache Vergr. . Manuscript pg. 34.

2. Leipzig, Bruhns; Plössl'scher Dialyt,	81 mm Oeffn.,	40fache Vergr.	A. N. 88, 357.
3. » Deichmüller; Fraunhofer,	97 » »	40 » »	
4. » Harzer; Fraunhofer,	117 » »	90 » »	
5. » Leppig; Fraunhofer,	83 » »	64 » »	
6. » Peter; Aequat. v. Steinheil,	220 » »	72 » »	
7. » Weinek; Kometensucher von Schröder	135 » »	24 » »	
8. Strassburg, Hartwig; Kometensuch.	72 » »	17 » »	A. N. 88, 311.
9. » Schur; Kometensucher	67 » »	19 » »	
10. Toulouse, Perrotin			Toulouse 1, 3.

»Die beiden Kometensucher in Strassburg zeigten die Begrenzung des Schattens wesentlich verschieden, worauf die Beobachter schon während der Verfinsterung aufmerksam wurden, ohne jedoch ihr Urtheil über die Grenze desselben in Uebereinstimmung bringen zu können.« Die zweite Beobachtung des Pytheas giebt Perrotin als Austritt an, jedoch ergiebt die Rechnung, dass dieselbe noch zu den Eintritten gehört; Pytheas wurde vom Schatten eben noch gestreift. In Toulouse störten öfter Wolken.

Berechnet sind 170 Radien,
ausgeschlossen . . . 11 » ,
also benutzt . . . . 159, nämlich 86 Eintritte und 73 Austritte.

40.

Mondfinsterniss am 27. Februar 1877.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Adelaide.	Eintritte							
1. Todd . . .	☾ Rand	I	$5^h29^m56^s$	−1.72	304°.0	+ 42″	− 9″	
	Copernicus	M	49 4	−1.76	310.8	+ 56	+ 5	
		II	49 41	−1.76	310.9	+ 53	+ 2	
	Tycho	I	49 14	−1.72	293.0	+ 51	0	
		M	49 56	−1.72	292.8	+ 50	− 1	
	Eratosthen.	M	56 31	−1.78	312.8	[− 37]		
	Archimed	I	6 0 14	−1.82	317.1	+ 39	−12	
		M	0 34	−1.82	317.2	+ 50	− 1	
		II	0 59	−1.82	317.4	+ 63	+12	
	Manilius	I	2 58	−1.76	311.2	+ 48	− 3	
		M	3 16	−1.76	311.3	+ 51	0	
		II	3 30	−1.76	311.4	+ 53	+ 2	
	Plato	I	3 41	−1.91	323.5	+ 44	− 7	
		M	4 14	−1.91	323.7	+ 53	+ 2	
		II	5 9	−1.91	323.8	+ 49	− 2	
	Menelaus	I	6 3	−1.77	311.6	+ 65	+14	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Menelaus	M	6h 6m 29s	−1.77	311°.8	+ 56″	+ 5″	
		II	6 38	−1.77	311.7	+ 64	+13	
	Posidonius	I	13 11	−1.81	316.4	+ 62	+11	
		II	14 56	−1.81	316.6	+ 51	0	
	Proclus	I	18 49	−1.76	310.4	+ 51	0	
		M	19 14	−1.76	310.6	+ 44	− 7	
		II	19 32	−1.76	310.5	+ 41	−10	
	☾Rand	II	27 44	−1.76	311.4	+ 41	−10	
	Austritt					1177		
	☾Rand	I	8 3 52	+1.76	104.1	+ 44	0	
Athen.	Eintritte							
2. Schmidt . .	☾Rand	I	5 28 5	−1.72	304.0	[+107]		
	Grimaldi	I	31 5	−1.73	306.1	+ 51	+ 2	
		II	31 50	−1.74	307.1	+ 64	+15	
	Billy	M	34 45	−1.72	303.4	+ 63	+14	
	Galilei	M	35 25	−1.77	312.5	+ 52	+ 3	
	Schickard	I	36 45	−1.72	294.2	+ 41	− 8	
		II	39 0	−1.72	293.0	+ 67	+18	
	Gassendi	I	37 13	−1.72	302.1	+ 69	+20	
		M	38 25	−1.72	302.1	+ 49	0	
		II	39 0	−1.72	302.1	+ 46	− 3	
	Seleucus	M	38 5	−1.81	316.3	+ 59	+10	
	Kepler	M	41 15	−1.76	310.9	+ 69	+20	
	Aristarch	I	42 35	−1.81	316.4	+ 64	+15	
		II	43 35	−1.81	316.9	+ 51	+ 2	
	Bulliald	M	44 55	−1.72	300.3	+ 53	+ 4	
	Pitatus	I	47 41	−1.72	296.9	+ 61	+12	
		M	48 27	−1.72	297.0	+ 54	+ 5	
		II	49 0	−1.72	296.8	+ 61	+12	
	Copernicus	I	48 5	−1.76	310.6	+ 68	+19	
		M	49 10	−1.76	310.8	+ 52	+ 3	
		II	49 59	−1.76	310.9	+ 43	− 6	
	Tycho	I	49 35	−1.72	293.0	+ 39	−10	
		M	50 20	−1.72	292.8	+ 36	−13	
		II	50 55	−1.72	292.8	+ 42	− 7	
	Pytheas	M	51 40	−1.79	314.8	+ 48	− 1	
	Timocharis	I	55 47	−1.81	316.6	+ 59	+10	
		II	56 45	−1.81	316.8	+ 48	− 1	
	Laplace	M	57 54	−1.89	322.4	[+ 18]		
	Archimed	I	6 0 5	−1.82	317.1	+ 44	− 5	
		M	0 28	−1.82	317.2	+ 53	+ 4	
		II	1 13	−1.82	317.4	+ 55	+ 6	
	Manilius	I	3 10	−1.76	311.2	+ 42	− 7	
		II	3 40	−1.76	311.4	+ 48	− 1	
	Pico	M	3 7	−1.88	322.3	+ 44	− 5	?
	Plato	I	4 3	−1.91	323.5	+ 33	−16	
		M	4 43	−1.91	323.7	+ 37	−12	
		II	5 15	−1.91	323.8	+ 46	− 3	
	Dionys	M	5 35	−1.74	306.8	+ 46	− 3	
	Menelaus	M	6 35	−1.77	311.8	+ 53	+ 4	
	Theophilus	I	7 0	−1.72	301.2	+ 54	+ 5	
		II	8 40	−1.72	301.3	+ 61	+12	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Linné	M	6h 7m 0s	−1.81	316°.1	+ 42″	− 7″	
	Taquet	M	8 10	−1.77	311.7	+ 52	+ 3	
	Plinius	M	10 13	−1.76	311.0	+ 41	− 8	
	Fracastor	M	9 35	−1.72	297.8	+ 33	−16	
	Theophil. A	M	9 35	−1.72	301.3	+ 39	−10	
	Eudoxus	I	10 48	−1.87	321.0	+ 34	−15	
		II	11 25	−1.87	321.1	+ 47	− 2	
	Aristoteles	I	11 25	−1.89	322.6	+ 45	− 4	
		II	12 47	−1.89	322.7	+ 40	− 9	
	Censorinus	M	12 10	−1.73	305.0	+ 42	− 7	?
	Posidonius	I	13 47	−1.81	316.4	+ 42	− 7	
		II	15 15	−1.81	316.6	+ 41	− 8	
	Goclenius	M	15 45	−1.72	301.1	+ 37	−12	
	Messier	M	16 35	−1.72	304.2	+ 74	+25	
	Taruntius	M	17 10	−1.74	306.7	+ 75	+26	
	Proclus	M	19 16	−1.76	310.6	+ 43	− 6	
	Langrenus	I	20 10	−1.72	300.8	+ 44	− 5	
		M	20 51	−1.72	301.2	+ 43	− 6	
		II	21 17	−1.72	301.3	+ 53	+ 4	
	Picard	M	21 47	−1.75	309.7	+ 33	−16	
	Firmicus	M	23 12	−1.74	307.1	+ 45	− 4	
	☾ Rand	II	27 40	−1.76	311.4	+ 44	− 5	
	Austritte					3014		
	☾ Rand	I	8 3 52	+1.76	104.1	+ 44	− 2	
	Grimaldi	I	5 40	+1.74	108.3	+ 43	− 3	
		II	6 16	+1.74	108.9	+ 25	−21	
	Seleucus	M	6 5	+1.81	99.1	+ 26	−20	
	Galilei	M	7 28	+1.77	103.2	+ 63	+17	
	Byrgius	M	8 33	+1.72	115.6	+ 33	−13	
	Billy	I	10 30	+1.72	112.1	+ 37	− 9	
		II	10 55	+1.72	112.2	+ 29	−17	
	Aristarch	I	10 40	+1.81	98.7	+ 24	−22	
		II	11 20	+1.81	99.0	+ 26	−20	
	Schickard	I	12 50	+1.72	121.4	+ 51	+ 5	
		II	14 55	+1.72	122.6	+ 22	−24	
	Kepler	M	14 5	+1.76	104.4	+ 30	−16	
	Gassendi	I	13 50	+1.72	113.4	+ 34	−12	
		II	15 17	+1.72	113.6	+ 45	− 1	
	Heraclid	M	16 10	+1.88	93.5	+ 17	−29	?
	Ramsden	M	18 22	+1.72	119.0	+ 33	−13	
	Laplace	M	19 15	+1.88	93.4	+ 34	−12	
	Copernicus	I	20 57	+1.76	104.5	+ 24	−22	
		M	21 50	+1.76	104.8	+ 33	−13	
		II	22 48	+1.76	105.1	+ 47	+ 1	
	Pytheas	M	21 15	+1.79	100.8	+ 31	−15	
	Bulliald	M	21 25	+1.72	115.3	+ 31	−15	
	Timocharis	I	24 25	+1.81	98.9	+ 40	− 6	
	Pico	M	25 21	+1.88	93.3	+ 35	−11	?
	Tycho	I	25 34	+1.72	122.7	+ 47	+ 1	
		M	26 17	+1.72	122.8	+ 49	+ 3	
		II	27 1	+1.72	122.7	+ 47	+ 1	
	Archimed	I	27 30	+1.82	98.2	+ 32	−14	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Archimed	II	8h 29m 35s	+1.82	98°.6	+ 52″	+ 6″	
	Aristoteles	I	33 44	+1.89	93.0	+ 55	+ 9	
		M	34 15	+1.89	93.0	+ 51	+ 5	
		II	35 0	+1.89	93.3	+ 49	+ 3	
	Eudoxus	I	34 35	+1.87	94.5	+ 51	+ 5	
		II	35 40	+1.86	94.9	+ 51	+ 5	
	Manilius	M	36 5	+1.76	104.3	+ 49	+ 3	
	Linné	M	36 33	+1.80	99.8	+ 66	+20	
	Menelaus	M	39 22	+1.77	103.9	+ 57	+11	
	Dionys	M	40 40	+1.74	108.9	+ 46	0	
	Posidonius	I	42 7	+1.81	98.9	+ 51	+ 5	
		M	42 55	+1.81	99.2	+ 55	+ 9	
		II	44 0	+1.81	99.5	+ 61	+15	
	Plinius	M	42 57	+1.76	104.6	+ 51	+ 5	
	Endymion	M	43 15	+1.88	93.6	+ 60	+14	
	Theophilus	II	45 20	+1.72	114.4	+ 52	+ 6	
	Fracastor	I	45 47	+1.72	118.0	+ 64	+18	
		II	47 10	+1.72	117.8	+ 64	+18	
	Censorinus	M	47 50	+1.73	110.7	+ 51	+ 5	?
	Goclenius	I	51 55	+1.72	114.5	+ 56	+10	
		II	52 50	+1.72	114.5	+ 67	+21	
	Proclus	M	52 17	+1.76	105.2	+ 56	+10	
	Messier	M	53 50	+1.72	111.8	+ 68	+22	
	Picard	M	55 12	+1.75	106.4	+ 61	+15	
	Langrenus	I	57 5	+1.72	114.6	+ 68	+22	
		II	57 55	+1.72	114.4	+ 54	+ 8	
	☾ Rand	II	9 2 10	+1.72	111.5	+ 68	+22	
						2566		
Greenwich.	Eintritt							
3. Penrose . .	☾ Rand	II	6 28 13	−1.76	311.4	+ 25	0	
	Austritt							
	☾ Rand	I	8 3 15	+1.76	104.1	+ 23	0	
Leipzig.	Austritte							
4. Ambronn . .	Herodot	M	8 11 8	+1.81	99.2	+ 56	−24	?
	Copernicus	M	23 56	+1.76	104.8	+104	+24	
						160		
Leipzig.	Austritte							
5. Bruhns . . .	☾ Rand	I	8 4 8	+1.76	104.1	+ 53	+ 2	
	Herodot	M	10 56	+1.81	99.2	+ 49	− 2	?
	Kepler	M	11 56	+1.76	104.4	[− 43]		?
						102		
Leipzig.	Austritte							
6. Peter . . .	☾ Rand	I	8 4 5	+1.76	104.1	+ 51	+ 7	
	Herodot	M	10 50	+1.81	99.2	+ 46	+ 2	?
	Kepler	M	14 14	+1.76	104.4	+ 35	− 9	?
						132		
San Fernando.	Austritte							
7. Arcimis. . .	Grimaldi	M	8 5 49	+1.74	108.7	+ 27	−20	?
	Kepler	M	13 49	+1.76	104.4	+ 21	−26	?
	Copernicus	M	21 49	+1.76	104.8	+ 32	−15	?
	Plato	M	24 49	+1.91	92.0	+ 28	−19	
	Tycho	M	25 49	+1.72	122.8	+ 67	+20	?

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Archimed	M	8h 29m 49s	+1.82	98°7	+ 88″	+41″	?
	Ptolemaeus	M	31 49	+1.72	112.3	+ 76	+29	?
	Manilius	M	35 49	+1.76	104.3	+ 39	− 8	?
	Menelaus	M	39 49	+1.77	103.9	+ 72	+25	?
	Endymion	M	45 49	+1.88	93.6	[+142]		?
	☾Rand	II	9 0 49	+1.72	111.5	+ 21	−26	
						471		
Stonyhurst-Observatory.	Eintritt							
	☾Rand	II	6 27 24	−1.76	311.4	+ 53	0	
8. Perry . . .	Austritte							
	☾Rand	I	8 4 8	+1.76	104.1	+ 53	0	
	☾Rand	II	9 0 6	+1.72	111.5	[− 4]		
						53		
Toulouse.	Eintritte							
9. Perrotin . .	Laplace	M	5 56 34	−1.89	322.4	+ 60	+ 9	
	Archimed	I	59 34	−1.82	317.1	+ 61	+10	
		II	6 0 49	−1.82	317.4	+ 68	+17	
	Manilius	I	2 44	−1.76	311.2	+ 56	+ 5	
		II	3 39	−1.76	311.4	+ 48	− 3	
	Plato	I	3 44	−1.91	323.5	+ 43	− 8	
		II	5 10	−1.91	323.8	+ 49	− 2	
	Dionys	M	5 49	−1.74	306.8	+ 38	−13	
	Menelaus	M	7 4	−1.77	311.8	+ 36	−15	
	Linné	M	7 4	−1.81	316.1	+ 40	−11	
	Plinius	I	9 24	−1.76	310.9	+ 59	+ 8	
		II	10 29	−1.76	311.2	+ 45	− 6	
	Posidonius	I	12 59	−1.81	316.4	+ 69	+18	
		II	15 29	−1.81	316.6	+ 33	−18	
	Messier	M	17 4	−1.72	304.2	+ 57	+ 6	
	Langrenus	I	19 44	−1.72	300.8	+ 60	+ 9	
		II	21 24	−1.72	301.3	+ 49	− 2	
	Picard	M	21 24	−1.75	309.7	+ 46	− 5	
	☾Rand	II	25 54	−1.76	311.4	[+104]		
	Austritte					917		
	☾Rand	I	8 3 4	+1.76	104.1	+ 16	−24	
	Grimaldi	I	5 14	+1.74	108.3	+ 29	−11	
		II	6 19	+1.74	108.9	+ 27	−13	
	Reiner	M	7 19	+1.76	104.3	[− 6]		
	Aristarch	I	10 49	+1.81	98.7	+ 29	−11	
		II	11 24	+1.81	99.0	+ 28	−12	
	Kepler	I	13 4	+1.76	104.5	+ 7	−33	
		II	13 54	+1.76	104.6	+ 22	−18	
	Gassendi	II	15 24	+1.72	113.6	+ 49	+ 9	
	Euclid	M	18 14	+1.73	110.8	+ 40	0	
	Laplace	M	19 39	+1.88	93.4	+ 46	+ 6	
	Copernicus	I	20 44	+1.76	104.5	+ 17	−23	
		II	22 54	+1.76	105.1	+ 51	+11	
	Pytheas	M	21 19	+1.79	100.8	+ 33	− 7	
	Bulliald	M	21 19	+1.72	115.3	+ 27	−13	
	Plato	I	24 19	+1.91	91.8	+ 37	− 3	
		II	25 29	+1.91	91.9	+ 23	−17	
	Tycho	I	25 19	+1.72	122.7	+ 38	− 2	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Tycho	II	8h 27m 14s	+1.72	122°7	+ 54"	+14"	
	Archimed	I	28 19	+1.82	98.2	+ 59	+19	
		II	29 19	+1.82	98.6	+ 44	+ 4	
	Manilius	I	35 39	+1.76	104.3	+ 44	+ 4	
		II	36 29	+1.76	104.4	+ 53	+13	
	Linné	M	36 4	+1.80	99.8	+ 50	+10	
	Menelaus	I	38 54	+1.77	103.9	+ 44	+ 4	
		II	39 34	+1.77	104.0	+ 50	+10	
	Bessel	M	39 19	+1.78	102.0	+ 45	+ 5	
	Dionys	I	40 19	+1.74	108.9	+ 39	− 1	
		II	40 49	+1.74	109.0	+ 44	+ 4	
	Posidonius	I	41 59	+1.81	98.9	+ 47	+ 7	
		II	43 44	+1.81	99.5	+ 53	+13	
	Plinius	I	42 34	+1.76	104.6	+ 47	+ 7	
		II	43 14	+1.76	104.7	+ 48	+ 8	
	Macrobius	M	51 4	+1.77	103.5	+ 53	+13	
	Messier	M	53 14	+1.72	111.8	+ 48	+ 8	
	Picard	M	55 4	+1.75	106.4	+ 57	+17	
	Langrenus	I	56 10	+1.72	114.6	+ 36	− 4	
		II	57 34	+1.72	114.4	+ 42	+ 2	
						1476		
Wien.	Eintritte							
10. STERNECK . .	Copernicus	M	5 49 16	−1.76	310.8	+ 49	+ 4	
	Archimed	M	59 46	−1.82	317.2	+ 76	+31	
	Plato	M	6 4 28	−1.91	323.7	+ 45	0	
	Plinius	M	9 28	−1.76	311.0	+ 67	+22	
	Vitruvius	M	12 40	−1.76	311.5	+ 75	+30	
	Goclenius	M	16 28	−1.72	301.1	+ 12	−33	
	Taruntius	M	18 52	−1.74	306.7	+ 16	−29	
	Proclus	M	19 28	−1.76	310.6	+ 36	− 9	
	Langrenus	M	21 4	−1.72	301.2	+ 35	−10	
	☾Rand	II	27 46	−1.76	311.4	+ 40	− 5	
	Austritte					451		
	☾Rand	I	8 3 28	+1.76	104.1	+ 30	− 6	
	Grimaldi	M	5 58	+1.74	108.7	+ 32	− 4	
	Aristarch	M	11 4	+1.81	98.8	+ 30	− 6	
	Plato	M	25 10	+1.91	92.0	+ 39	+ 3	
	Vitruvius	M	44 52	+1.77	103.9	+ 11	−25	
	Proclus	M	52 34	+1.76	105.2	+ 66	+30	
	☾Rand	II	9 1 34	+1.72	111.5	+ 47	+11	
						255		
Wien.	Eintritte							
11. STROBL . . .	Copernicus	M	5 48 46	−1.76	310.8	+ 66	+18	
	Plato	M	6 4 10	−1.91	323.7	+ 55	+ 7	
	Plinius	M	8 16	−1.76	311.0	[+108]		
	Goclenius	M	15 40	−1.72	301.1	+ 40	− 8	
	Taruntius	M	18 16	−1.74	306.7	+ 37	−11	
	Proclus	M	19 16	−1.76	310.6	+ 43	− 5	
	☾Rand	II	27 40	−1.76	311.4	+ 44	− 4	
						285		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritte							
	☾Rand	I	8ʰ 3ᵐ46ˢ	+1.76	104°1	+ 40″	−22″	
	Grimaldi	M	6 16	+1.74	108.7	+ 42	−20	
	Plato	M	25 46	+1.91	92.0	+ 58	− 4	
	Goclenius	M	53 46	+1.72	114.6	+111	+49	
	Proclus	M	52 52	+1.76	105.2	+ 76	+14	
	☾Rand	II	9 1 34	+1.72	111.5	+ 47	−15	
						374		
Wien.	Eintritte							
12. WAITZ . . .	Copernicus	M	5 49 22	−1.76	310.8	+ 45	+ 9	
	Archimed	M	6 1 34	−1.82	317.2	+ 17	−19	
	Plato	M	5 34	−1.91	323.7	+ 11	−25	
	Plinius	M	9 40	−1.76	311.0	+ 60	+24	
	Goclenius	M	15 46	−1.72	301.1	+ 36	0	
	Taruntius	M	18 10	−1.74	306.7	+ 40	+ 4	
	Proclus	M	19 28	−1.76	310.6	+ 36	0	
	☾Rand	II	27 34	−1.76	311.4	+ 47	+11	
	Austritte					292		
	☾Rand	I	8 3 40	+1.76	104.1	+ 37	−11	
	Grimaldi	M	6 16	+1.74	108.7	+ 42	− 6	
	Marius	M	7 52	+1.78	102.2	[− 36]		
	Aristarch	M	11 16	+1.81	98.8	+ 36	−12	
	Plato	M	25 46	+1.91	92.0	+ 58	+10	
	Goclenius	M	53 58	+1.72	114.6	[+117]		
	Proclus	M	52 34	+1.76	105.2	+ 66	+18	
	☾Rand	II	9 1 40	+1.72	111.5	+ 50	+ 2	
						289		

1. Adelaide, TODD . . . . M. N. 39, 19.
2. Athen, SCHMIDT; 6füss. Refractor, schwache Vergrösser. Manuscript pg. 36.
3. Greenwich, PENROSE . . . . M. N. 37, 263.
4. Leipzig, AMBRONN; 2½füss. Kometensucher, 18fache Vergr.
5. » BRUHNS; 5 » » 24 » »
6. » PETER; 12 » Aequatoreal, 96 » » } A. N. 91, 319.
7. San Fernando, ARCIMIS . . . . M. N. 37, 400.
8. Stonyhurst-Observatory, PERRY; 8 Zoll Oeffn., 100-fache Vergr.. . . . . M. N. 37, 263.
9. Toulouse, PERROTIN . . . . . . A. N. 89, 295 und Toulouse 1, 4.
10. Wien, STERNECK; Fraunh., 76 mm Oeffn., 86fache Vergr.
11. » STROBL; » 64 » » 64 » »
12. » WAITZ; Cauchoix, 95 » » 76 » » } A. N. 89, 191.

In Adelaide war das Wetter sehr günstig. In Athen wehte heftiger Sturm, die Luft war sehr unruhig und die Bilder äusserst schlecht. TODD, SCHMIDT, PENROSE, ARCIMIS, PERRY, PERROTIN, sowie die Beobachter in Wien geben ausführliche Schilderungen des Verlaufes der Finsterniss. Alle sahen mehr oder weniger deutlich im Centrum

des Schattens einen sehr dunkelen Fleck von etwa 20′ Durchmesser, welcher den Eindruck einer ringförmigen Finsterniss hervorrief (Arcimis, Perrotin). Im Allgemeinen blieb der Mond ziemlich hell und im Schatten waren die grösseren Formationen der Mondfläche sichtbar.

Berechnet sind 271 Radien,
ausgeschlossen . . . 11 » ,
also benutzt . . . . 260, nämlich 128 Eintritte und 132 Austritte.

41.

Mondfinsterniss am 23. August 1877.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Athen.	Eintritte							
1. Schmidt . .	☾ Rand	I	9h 14m 20s	−2.21	239°.2	+ 27″	−18″	
	Riccioli	M	15 26	−2.23	234.3	+ 61	+16	
	Grimaldi	M	17 41	−2.24	233.0	+ 55	+10	
	Aristarch	I	21 56	−2.20	244.2	+ 47	+ 2	
		II	22 21	−2.20	244.2	+ 50	+ 5	
	Kepler	I	25 36	−2.21	238.7	+ 39	− 6	
		II	26 1	−2.21	238.7	+ 43	− 2	
	Euler	M	29 21	−2.20	244.7	+ 52	+ 7	
	Gassendi	I	28 45	−2.27	229.8	+ 50	+ 5	
		M	29 41	−2.27	229.6	+ 48	+ 3	
		II	30 34	−2.27	229.3	+ 43	− 2	
	Lahire	M	31 33	−2.21	246.4	+ 45	0	?
	Copernicus	I	32 40	−2.21	240.1	+ 65	+20	
		II	34 41	−2.21	240.1	+ 49	+ 4	
	Pytheas	M	33 26	−2.20	244.1	+ 46	+ 1	
	Laplace	M	34 8	−2.22	251.5	[+ 16]		
	Lambert	Γ	35 21	−2.21	246.2	+ 35	−10	
	Timocharis	I	36 38	−2.21	246.6	+ 53	+ 8	
		II	37 26	−2.21	246.7	+ 52	+ 7	
	Schickard	M	37 6	−2.40	220.3	+ 35	−10	
		II	38 51	−2.40	219.9	+ 47	+ 2	
	Eratosthen.	M	38 31	−2.20	242.4	+ 38	− 7	
	Plato	I	39 46	−2.24	253.9	+ 39	− 6	
		II	41 6	−2.24	254.0	+ 51	+ 6	
	Pico	M	40 13	−2.23	252.7	+ 41	− 4	
	Archimed	I	41 6	−2.21	248.0	+ 39	− 6	
		II	42 4	−2.21	248.1	+ 55	+10	
	Bulliald	I	41 26	−2.28	228.5	[− 50		
		II	42 4	−2.28	228.4	− 32]		
	Anaxagoras	M	42 33	−2.28	258.3	+ 47	+ 2	
	Pitatus	I	44 11	−2.30	226.5	+ 47	+ 2	
		II	45 54	−2.31	226.1	+ 43	− 2	
	Manilius	I	48 31	−2.20	243.3	+ 57	+12	
		II	49 42	−2.20	244.7	+ 43	− 2	
	Tycho	I	49 11	−2.36	222.4	+ 34	−11	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Tycho	M	$9^h 50^m 6^s$	−2.37	222°2	+ 34″	−11″	
		II	50 51	−2.37	222.0	+ 35	−10	
	Menelaus	M	52 50	−2.20	244.3	+ 40	− 5	
	Bessel	M	53 16	−2.21	246.3	+ 40	− 5	
	Dionys	M	55 16	−2.21	239.5	+ 41	− 4	
	Plinius	I	56 26	−2.20	244.3	+ 45	0	
		II	57 14	−2.20	244.2	+ 46	+ 1	
	Posidonius	I	56 36	−2.22	250.0	+ 45	0	
		II	58 11	−2.22	250.0	+ 44	− 1	
	Hercules	II	58 34	−2.24	254.2	+ 44	− 1	
	Atlas	M	59 23	−2.25	254.9	+ 37	− 8	
	Endymion	I	59 23	−2.26	256.5	+ 39	− 6	
		II	10 0 52	−2.26	256.0	+ 42	− 3	
	Theophilus	I	0 11	−2.23	234.7	+ 61	+16	
		II	1 46	−2.23	234.4	+ 57	+12	
	Theophil. A	M	2 51	−2.23	234.8	+ 48	+ 3	
	Censorinus	M	3 35	−2.21	238.9	+ 34	−11	?
	Fracastor	I	4 26	−2.25	231.4	+ 44	− 1	
		II	5 56	−2.26	231.1	+ 46	+ 1	
	Proclus	M	6 41	−2.20	245.5	+ 52	+ 7	
	Taruntius	I	7 52	−2.20	241.7	+ 45	0	
		II	8 41	−2.20	241.7	+ 46	+ 1	
	Goclenius	I	9 21	−2.22	235.8	+ 37	− 8	
		II	10 1	−2.22	235.7	+ 39	− 6	
	Picard	M	10 1	−2.20	245.1	+ 41	− 4	?
	Langrenus	I	14 2	−2.22	237.0	+ 44	− 1	
		II	15 13	−2.22	236.6	+ 48	+ 3	
	☾ Rand	II	18 11	−2.23	234.0	+ 68	+23	»vielleicht 10ˢ zu spät«
						2718		
	Austritte							
	☾ Rand	I	12 4 36	+2.23	73.0	+ 48	+ 6	»gewiss«
	Riccioli	I	6 0	+2.23	72.6	+ 63	+21	
	Grimaldi	M	6 56	+2.24	74.0	+ 32	−10	
	Billy	M	12 18	+2.26	76.7	+ 27	−15	
	Schickard	I	14 1	+2.38	86.0	+ 61	+19	
		M	14 54	+2.39	86.5	+ 40	− 2	
		II	15 51	+2.40	87.0	+ 16	−26	
	Aristarch	M	14 21	+2.20	62.7	+ 32	−10	
	Gassendi	I	16 11	+2.27	77.3	+ 33	− 9	
		M	16 46	+2.27	77.4	+ 30	−12	
		II	17 58	+2.27	77.3	+ 44	+ 2	
	Kepler	M	17 13	+2.21	68.1	+ 25	−17	
	Harpalus	M	19 13	+2.24	53.4	+ 29	−13	
	Euler	M	21 44	+2.20	62.2	+ 29	−13	
	Lahire	M	23 24	+2.21	60.5	+ 26	−16	?
	Laplace	M	23 49	+2.23	55.5	+ 42	0	
	Bulliald	I	24 36	+2.28	78.1	+ 30	−12	
		II	26 1	+2.27	77.8	+ 35	− 7	
	Copernicus	I	25 6	+2.21	66.9	+ 21	−21	
		M	26 21	+2.21	66.8	+ 33	− 9	
		II	27 21	+2.21	66.8	+ 43	+ 1	
	Pytheas	M	25 53	+2.20	62.8	+ 36	− 6	
	Lambert	Γ	27 21	+2.21	60.7	+ 37	− 5	

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Plato I	12h 28m 11s	+2.24	52°8	+ 17″	−25″	
	II	30 31	+2.24	52.9	+ 34	− 8	
	Tycho I	29 18	+2.37	84.9	+ 38	− 4	
	II	31 4	+2.36	84.5	+ 38	− 4	
	Timocharis M	29 36	+2.21	60.3	+ 38	− 4	
	Pico M	30 6	+2.23	54.3	+ 35	− 7	
	Eratosthen. M	31 21	+2.20	64.5	+ 53	+11	
	Archimed I	32 56	+2.21	58.9	+ 41	− 1	
	II	34 32	+2.21	58.9	+ 41	− 1	
	Aristoteles I	38 31	+2.25	52.3	+ 45	+ 3	
	II	39 41	+2.25	52.3	+ 36	− 6	
	Eudoxus I	39 41	+2.24	53.7	+ 43	+ 1	
	II	40 46	+2.23	53.9	+ 42	0	
	Linné M	41 38	+2.21	58.9	+ 42	0	
	Manilius M	42 11	+2.20	63.6	+ 47	+ 5	
	Menelaus M	45 26	+2.20	62.6	+ 45	+ 3	
	Bessel M	45 26	+2.21	60.6	+ 40	− 2	
	Hercules I	46 51	+2.25	52.4	+ 54	+12	
	II	47 36	+2.24	52.8	+ 39	− 3	
	Endymion I	46 56	+2.26	50.3	+ 48	+ 6	
	II	48 26	+2.26	51.0	+ 34	− 8	
	Dionys M	47 6	+2.21	67.5	+ 33	− 9	
	Atlas I	48 26	+2.25	52.2	+ 63	+21	
	II	49 16	+2.24	52.8	+ 43	+ 1	
	Posidonius I	48 36	+2.22	56.8	+ 59	+17	
	II	49 31	+2.22	57.1	+ 40	− 2	
	Plinius M	49 31	+2.20	62.7	+ 44	+ 2	
	Theophilus I	51 18	+2.23	72.5	+ 47	+ 5	
	M	51 48	+2.23	72.4	+ 37	− 5	
	II	52 47	+2.23	72.3	+ 43	+ 1	
	Theophil. A M	54 7	+2.23	72.1	+ 53	+11	
	Fracastor I	53 41	+2.26	75.9	+ 57	+15	
	II	54 58	+2.25	75.5	+ 51	+ 9	
	Censorinus M	55 16	+2.21	68.0	+ 42	0	
	Proclus M	59 21	+2.20	61.5	+ 45	+ 3	
	Goclenius I	13 0 38	+2.22	71.1	+ 61	+19	»unsicher«
	II	1 11	+2.22	71.1	+ 54	+12	
	Taruntius I	0 51	+2.20	65.2	+ 57	+15	
	II	1 26	+2.20	65.3	+ 53	+11	
	Picard M	2 26	+2.20	61.9	+ 50	+ 8	?
	Langrenus I	5 56	+2.22	70.2	+ 63	+21	»unsicher«
	II	6 46	+2.22	70.1	+ 53	+11	
	☾ Rand II	10 18	+2.21	67.8	+ 58	+16	
					2768		
Göttingen.	Eintritte						
2. BOEDDICKER .	Copernicus II	9 34 49	−2.21	240.1	+ 45	+ 3	
	Pytheas M	32 53	−2.20	244.1	+ 60	+18	?
	Plato I	39 25	−2.24	253.9	+ 48	+ 6	
	II	41 28	−2.24	254.0	+ 41	− 1	
	Pico M	40 55	−2.23	252.7	+ 22	−20	?
	Pitatus I	43 44	−2.30	226.5	+ 58	+16	
	II	46 24	−2.31	226.1	+ 30	−12	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Tycho	I	9h 49m 12s	−2.36	222°.4	+ 34″	− 8″	
		II	50 44	−2.37	222.0	+ 38	− 4	
	Plinius	M	56 24	−2.20	244.3	+ 58	+16	?
	Jansen	M	10 0 3	−2.20	243.9	+ 37	− 5	?
	Proclus	M	7 34	−2.20	245.5	+ 28	−14	?
	Goclenius	M	9 20	−2.22	235.8	+ 45	+ 3	?
	☾ Rand	II	19 4	−2.23	234.0	+ 44	+ 2	
						588		
Göttingen.	Eintritte							
3. HEIDORN . .	Aristarch	M	9 21 54	−2.20	244.2	+ 55	+11	?
	Mayer	M	25 40	−2.20	242.1	[+150]		?
	Euler	M	25 37	−2.20	244.7	[+154]		?
	Reinhold	M	30 38	−2.21	237.9	[+119]		?
	Copernicus	I	32 29	−2.21	240.1	+ 70	+26	
		II	34 47	−2.21	240.1	+ 46	+ 2	
	Pytheas	M	32 49	−2.20	244.1	+ 62	+18	?
	Plato	I	39 27	−2.24	253.9	+ 48	+ 4	
		II	41 26	−2.24	254.0	+ 42	− 2	
	Pico	M	41 2	−2.23	252.7	+ 19	−25	?
	Pitatus	I	43 42	−2.30	226.5	+ 59	+15	
		II	46 24	−2.31	226.1	+ 30	−14	
	Tycho	I	49 12	−2.36	222.4	+ 34	−10	
		II	50 44	−2.37	222.0	+ 38	− 6	
	Linné	M	49 19	−2.21	248.1	+ 52	+ 8	?
	Delambre	M	56 7	−2.21	237.7	+ 34	−10	?
	Plinius	M	56 23	−2.20	244.3	+ 58	+14	?
	Jansen	M	10 0 3	−2.20	243.9	+ 37	− 7	?
	Proclus	M	7 38	−2.20	245.5	+ 26	−18	?
	Goclenius	M	9 23	−2.22	235.8	+ 44	0	?
	☾ Rand	II	19 10	−2.23	234.0	+ 41	− 3	
						795		
O-Gyalla.	Eintritte							
4. REVICZKY . .	Copernicus	I	9 31 44	−2.21	240.1	+ 90	+21	
	Pytheas	M	32 50	−2.20	244.1	+ 62	− 7	?
	Plato	M	39 20	−2.24	253.8	+ 73	+ 4	?
	Manilius	M	47 56	−2.20	243.3	+ 83	+14	?
	Tycho	M	48 38	−2.37	222.2	+ 71	+ 2	?
	Menelaus	M	51 26	−2.20	244.3	+ 78	+ 9	?
	Dionys	M	54 20	−2.21	239.5	+ 66	− 3	?
	Plinius	M	56 50	−2.20	244.3	+ 46	−23	?
	☾ Rand	II	10 18 44	−2.23	234.0	+ 53	−16	
	Austritte					622		
	Aristarch	M	12 13 50	+2.20	62.7	+ 18	− 9	?
	Pytheas	M	25 44	+2.20	62.8	+ 32	+ 5	?
	Plato	M	28 56	+2.24	52.5	+ 19	− 8	?
	Tycho	M	29 26	+2.37	85.0	+ 22	− 5	?
	Calippus	M	40 32	+2.22	55.8	[+ 79]		?
	Manilius	M	41 50	+2.20	63.6	+ 37	+10	?
	Menelaus	M	45 2	+2.20	62.6	+ 34	+ 7	?
						162		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
O-Gyalla.	Eintritte							
5. SCHRADER . .	Aristarch	M	9h 22m 2s	−2.20	244°.2	+ 51″	− 7″	?
	Copernicus	M	35 14	−2.21	240.1	[+ 17]		
	Pytheas	M	32 56	−2.20	244.1	+ 59	+ 1	?
	Plato	M	39 26	−2.24	253.8	+ 70	+12	?
	Manilius	M	48 20	−2.20	243.3	+ 72	+14	?
	Menelaus	M	52 2	−2.20	244.3	+ 62	+ 4	?
	Dionys	M	54 44	−2.21	239.5	+ 55	− 3	?
	Plinius	M	56 38	−2.20	244.3	+ 51	− 7	?
	☾ Rand	II	10 19 2	−2.23	234.0	+ 45	−13	
	Austritte					465		
	☾ Rand	I	12 5 14	+2.23	73.0	+ 66	+25	
	Aristarch	M	14 8	+2.20	62.7	+ 26	−15	?
	Copernicus	I	25 8	+2.21	66.9	+ 21	−20	
		II	27 26	+2.21	66.8	+ 45	+ 4	
	Pytheas	M	26 8	+2.20	62.8	+ 43	+ 2	?
	Plato	M	29 8	+2.24	52.5	+ 24	−17	?
	Manilius	M	42 2	+2.20	63.6	+ 43	+ 2	?
	Menelaus	M	45 2	+2.20	62.6	+ 34	− 7	
	Dionys	M	47 44	+2.21	67.5	+ 51	+10	
	Plinius	M	50 8	+2.20	62.7	+ 61	+20	
	☾ Rand	II	13 9 32	+2.21	67.8	+ 38	− 3	
						452		
O-Gyalla.	Eintritte							
6. WEISS . . .	Aristarch	M	9 21 32	−2.20	244.2	+ 65	− 6	?
	Copernicus	I	31 32	−2.21	240.1	+ 96	+25	
	Pytheas	M	32 32	−2.20	244.1	+ 70	− 1	?
	Plato	M	39 26	−2.24	253.8	+ 70	− 1	?
	Manilius	M	47 32	−2.20	243.3	+ 93	+22	? »unsicher«
	Tycho	M	49 2	−2.37	222.2	+ 60	−11	?
	Dionys	M	54 14	−2.21	239.5	+ 69	− 2	?
	☾ Rand	II	10 19 2	−2.23	234.0	+ 45	−26	
	Austritte					568		
	☾ Rand	I	12 3 32	+2.23	73.0	+ 20	− 7	
	Aristarch	M	14 32	+2.20	62.7	+ 37	+10	?
	Copernicus	M	25 32	+2.21	66.8	+ 11	−16	?
	Plato	M	28 32	+2.24	52.5	+ 8	−19	?
	Tycho	M	29 32	+2.37	85.0	+ 24	− 3	?
	Manilius	M	41 32	+2.20	63.6	+ 29	+ 2	?
	Menelaus	M	45 32	+2.20	62.6	+ 47	+20	?
	Plinius	M	49 32	+2.20	62.7	+ 45	+18	?
	☾ Rand	II	13 8 56	+2.21	67.8	+ 21	− 6	
						242		
Strassburg.	Eintritte							
7. HARTWIG . .	Manilius	M	9 48 35	−2.20	243.3	+ 65	+20	
		II	49 48	−2.20	244.7	+ 41	− 4	
	Tycho	I	48 57	−2.36	222.4	+ 40	− 5	
		II	50 28	−2.37	222.0	+ 45	0	
	Plinius	I	56 27	−2.20	244.3	+ 45	0	
		II	57 12	−2.20	244.2	+ 46	+ 1	
	☾ Rand	II	10 19 35	−2.23	234.0	+ 30	−15	
						312		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritte							
	☾Rand	I	12h 4m 4s	+2.23	73°0	+ 34″	−10″	
	Manilius	I	41 54	+2.20	63.7	+ 49	+ 5	
		II	42 34	+2.20	63.6	+ 48	+ 4	
						131		
Strassburg.	Eintritt							
8. Schur . . .	☾Rand	II	10 49 43	−2.23	234.0	+ 27	0	
	Austritt							
	☾Rand	I	12 4 1	+2.23	73.0	+ 33	0	
Strassburg.	Eintritte							
9. Winnecke. .	☾Rand	I	9 13 28	−2.21	239.2	+ 51	− 2	
	Plato	I	38 48	−2.24	253.9	+ 65	+12	
		II	40 13	−2.24	254.0	+ 74	+21	
	Tycho	I	48 3	−2.36	222.4	+ 63	+10	
		II	50 43	−2.37	222.0	+ 39	−14	
	☾Rand	II	10 49 43	−2.23	234.0	+ 27	−26	
	Austritte					319		
	☾Rand	I	12 4 4	+2.23	73.0	+ 34	0	
	☾Rand	II	13 9 25	+2.21	67.8	+ 34	0	
						68		
Upton.	Eintritte							
10. Johnson . .	Grimaldi	M	9 18 30	−2.24	233.0	+ 33	− 6	?
	Aristarch	I	22 30	−2.20	244.2	+ 31	− 8	
	Copernicus	I	32 45	−2.21	240.1	+ 62	+23	
		II	34 39	−2.21	240.1	+ 50	+11	
	Plato	I	39 45	−2.24	253.9	+ 39	0	
	Archimed	I	40 45	−2.21	248.0	+ 49	+10	
	Tycho	I	49 15	−2.36	222.4	+ 33	− 6	
		II	51 0	−2.37	222.0	+ 32	− 7	
	Aristoteles	I	49 15	−2.24	254.5	+ 46	+ 7	
	☾Rand	II	10 20 0	−2.23	234.0	+ 19	−20	
	Austritte					394		
	Grimaldi	II	12 7 15	+2.24	74.0	+ 22	−15	
	Aristarch	II	14 15	+2.20	62.7	+ 21	−16	
	Copernicus	II	27 30	+2.21	66.8	+ 47	+10	
	Plato	II	30 30	+2.24	52.9	+ 34	− 3	
	Tycho	II	31 15	+2.36	84.5	+ 43	+ 6	
	Archimed	II	35 0	+2.21	58.9	+ 53	+16	
						220		

1. Athen, Schmidt; 6füss. Refractor, schwache Vergr. . Manuscript pg. 39.
2. Göttingen, Boeddicker; 6füss. Merz } . . . . A. N. 90, 321.
3. » Heidorn; 5füss. Steinheil }
4. O-Gyalla, Reviczky; Kometensucher, 2¼ Zoll Oeffn. } O-Gyalla 1, 59.
5. » Schrader; 6zöll. Refractor, auf 4 Zoll abgeblendet }
6. » Weiss; Kometensucher, 4 Zoll Oeffn. }
7. Strassburg, Hartwig; Kometensuch., 72 mm Oeffn., 17fache Vergr. } A. N. 93,345.
8. » Schur; » 67 » » 19 » » }
9. » Winnecke; » 34 » » 9 » » }
10. Upton Helions Rectory, Johnson; 2¼ Zoll Oeffn., 70fache Vergr. M. N. 37, 467.

In Athen war die Luft vollkommen heiter und still. Der Schatten war überall sehr durchsichtig, sein Saum wie immer sehr schlecht begrenzt; die Berührungen liessen sich nur schwer schätzen. »Die Zeitbestimmung selbst hatte die erforderliche Sicherheit; aber es besteht der Verdacht, dass die Pendeluhr am Refractor einige Secunden während des Aufziehens verloren haben könne« (SCHMIDT). In Upton war der Himmel vorzüglich heiter.

Fast alle Beobachtungen dieser Finsterniss sind recht zuverlässig und stimmen gut überein. Das Resultat wird also ziemlich sicher sein.

Berechnet sind 253 Radien,
ausgeschlossen . . . 8 » ,
also benutzt . . . . 245, nämlich 141 Eintritte und 104 Austritte.

42.

Mondfinsterniss am 12. August 1878.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Athen.	Eintritte							
1. SCHMIDT . .	☾ Rand	I	10h 43m 5s	− 2.87	288°3	+ 31″	−22″	
	Grimaldi	I	51 43	− 3.79	301.8	+ 44	− 9	
		II	55 45	− 4.15	305.2	+ 58	+ 5	
	Riccioli	I	53 45	− 4.07	304.5	+ 43	−10	
		II	55 2	− 4.31	306.4	+ 91	+38	
	Gassendi	M	55 30	− 3.43	297.8	+ 64	+11	
		II	56 3	− 3.42	297.6	+ 70	+17	
	Campanus	M	57 5	− 3.07	292.3	+ 62	+ 9	
	Mercator	M	57 30	− 3.05	291.8	+ 67	+14	
	Tycho	I	11 0 35	− 2.82	287.2	+ 43	−10	
		M	1 22	− 2.84	287.6	+ 43	−10	
		II	1 42	− 2.85	287.8	+ 61	+ 8	
	Bulliald	I	2 5	− 3.33	296.3	+ 54	+ 1	
		II	2 50	− 3.36	296.8	+ 75	+22	
	Pitatus	I	3 0	− 3.09	292.6	+ 49	− 4	
		II	4 30	− 3.11	293.0	+ 61	+ 8	
	Guerike	C	14 34	− 3.89	302.9	+ 49	− 4	
	Kepler	M	20 5	− 6.43	316.7	+ 49	− 4	
	Cardanus	M	18 12	− 9.16	322.5	+ 45	− 8	
	Copernicus	I	30 45	− 7.02	318.3	+ 54	+ 1	
		M	34 20	− 8.59	321.6	+ 50	− 3	
		II	37 52	− 9.33	322.8	+ 44	− 9	
	Kraft	M	29 25	−20.62	330.0	+ 45	− 8	
	Fracastor	I	33 2	− 3.57	299.4	+ 48	− 5	
		II	36 5	− 3.74	301.3	+ 51	− 2	
	Kant	M	36 0	− 4.30	306.4	+ 49	− 4	
	Theophilus	I	37 5	− 4.15	305.2	+ 60	+ 7	

Beobachter	Object	ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Theophilus M	11h 39m 25s	− 4.40	307°.1	+ 45″	− 8″	
	II	40 10	− 4.39	307.0	+ 61	+ 8	
	Triesnecker M	42 45	− 6.85	317.9	+ 90	+37	
	Godin M	43 50	− 6.54	317.0	+ 58	+ 5	
	Agrippa M	48 50	− 7.80	320.1	+ 41	−12	
	Dionys M	50 25	− 7.17	318.7	+ 51	− 2	
	Guttenberg A	50 25	− 4.85	310.0	+ 36	−17	
	Goclenius M	51 0	− 4.70	309.1	+ 50	− 3	
	Censorinus M	56 40	− 6.66	317.4	+ 47	− 6	?
	Langrenus I	57 35	− 4.83	309.9	+ 50	− 3	
	M	12 0 5	− 5.14	311.5	+ 50	− 3	
	II	2 35	− 5.48	313.1	+ 52	− 1	
	Messier M	2 50	− 6.42	316.6	+ 48	− 5	
	Boscovich M	5 5	−27.48	331.5	+ 37	−16	
	Taruntius M	22 35	−26.87	331.4	+ 49	− 4	
					2225		
	Austritte						
	Cardanus M	11 56 1	+ 9.84	348.3	+ 40	+ 1	
	Copernicus I	12 10 0	+13.25	345.1	+ 31	− 8	
	M	12 30	+ 9.16	349.3	+ 29	−10	
	II	16 40	+ 8.11	351.1	+ 35	− 4	
	Kepler M	11 30	+ 7.39	352.6	+ 28	−11	
	Riccioli M	18 30	+ 4.40	4.7	+ 37	− 2	
	Grimaldi I	19 35	+ 4.33	5.2	+ 35	− 4	
	II	24 32	+ 3.94	8.5	[+ 8]		
	Triesnecker M	31 5	+ 8.43	350.5	+ 53	+14	
	Agrippa M	34 25	+ 8.00	351.3	+ 41	+ 2	
	Godin M	37 11	+ 7.04	353.4	+ 44	+ 5	
	Dionys M	37 50	+ 8.08	351.1	+ 31	− 8	
	Gassendi I	39 20	+ 3.52	12.9	+ 43	+ 4	
	M	40 45	+ 3.43	14.0	+ 43	+ 4	
	II	42 15	+ 3.41	14.4	+ 48	+ 9	
	Guerike C	45 25	+ 4.03	7.6	+ 25	−14	
	Censorinus M	48 15	+ 7.29	352.8	+ 31	− 8	?
	Bulliald I	48 50	+ 3.45	13.9	+ 45	+ 6	
	II	50 10	+ 3.39	14.6	+ 33	− 6	
	Campanus M	52 30	+ 3.16	18.0	+ 33	− 6	
	Schickard II	58 30	+ 2.75	26.4	+ 25	−14	
	Mercator M	54 20	+ 3.13	18.5	+ 32	− 7	
	Messier M	55 35	+ 6.87	354.1	+ 38	− 1	
	Capuanus M	57 30	+ 3.00	20.9	+ 40	+ 1	
	Pitatus I	58 30	+ 3.16	18.0	+ 40	+ 1	
	II	13 0 25	+ 3.11	18.9	+ 36	− 3	
	Theophilus M	1 50	+ 4.25	5.8	+ 40	+ 1	
	II	3 10	+ 4.32	5.5	+ 39	0	
	Guttenberg A	3 55	+ 4.92	1.4	+ 36	− 3	
	Goclenius I	5 45	+ 4.94	1.3	+ 41	+ 2	
	M	6 15	+ 4.88	1.7	+ 37	− 2	
	II	7 25	+ 4.77	2.3	+ 40	+ 1	
	Langrenus I	7 5	+ 5.73	357.6	+ 51	+12	
	M	8 50	+ 5.34	359.3	+ 43	+ 4	
	II	12 10	+ 4.89	1.6	+ 47	+ 8	
	Tycho I	7 10	+ 2.87	23.6	+ 49	+10	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Tycho	M	13h 8m 0s	+2.83	24°.3	+ 42″	+ 3″	
		II	9 7	+2.83	24.5	+ 47	+ 8	
	☾Rand	II	34 5	+2.89	13.2	+ 44	+ 5	
						1472		
Leipzig.	Eintritte							
2. BRUHNS . . .	☾Rand	I	10 42 26	−2.87	288.3	+ 45	−11	
	Kircher	II	45 38	−2.49	277.5	[+243]		
	Grimaldi	I	52 14	−3.79	301.8	+ 36	−20	
		II	55 26	−4.15	305.2	+ 63	+ 7	
	Tycho	I	59 50	−2.82	287.2	+ 59	+ 3	
	Reinhold	M	11 21 14	−5.49	313.2	+ 60	+ 4	?
	Copernicus	I	28 14	−7.02	318.3	+ 76	+20	
	Austritte					339		
	Tycho	I	13 7 2	+2.87	23.6	+ 46	− 9	
		II	10 26	+2.83	24.5	+ 75	+20	
	☾Rand	II	34 8	+2.89	13.2	+ 45	−10	
						166		
Leipzig.	Eintritte							
3. LEPPIG . . .	☾Rand	I	10 41 56	−2.87	288.3	+ 56	0	
	Kircher	II	44 26	−2.49	277.5	[+271]		
	Grimaldi	I	52 26	−3.79	301.8	+ 32	−24	
		II	55 56	−4.15	305.2	+ 55	− 1	
	Tycho	I	59 56	−2.82	287.2	+ 57	+ 1	
		II	11 1 56	−2.85	287.8	+ 56	0	
	Copernicus	I	27 56	−7.02	318.2	+ 78	+22	
	Austritte					334		
	Tycho	I	13 7 26	+2.87	23.6	+ 55	+ 2	
		II	9 26	+2.83	24.5	+ 54	+ 1	
	☾Rand	II	34 26	+2.89	13.2	+ 51	− 2	
						160		
Leipzig.	Eintritte							
4. PETER . . .	☾Rand	I	10 42 14	−2.87	288.3	+ 49	− 5	
	Grimaldi	I	52 44	−3.79	301.8	+ 28	−26	
		II	56 32	−4.15	305.2	+ 47	− 7	
	Riccioli	II	55 26	−4.31	306.4	+ 85	+31	
	Copernicus	I	11 29 56	−7.02	318.3	+ 62	+ 8	
	Austritte					271		
	Tycho	II	13 10 2	+2.83	24.5	+ 67	+ 5	
	☾Rand	II	34 44	+2.89	13.2	+ 58	− 4	
						125		
5. Hamilton	Austritt							
College . .	☾Rand	II	13 33 24	+2.89	13.2	+ 30	0	
O-Gyalla.	Eintritte							
6. v. KONKOLY .	☾Rand	I	10 42 34	−2.87	288.3	+ 42	− 1	
	Tycho	M	11 1 19	−2.84	287.6	+ 44	+ 1	
	Delambre	M	50 34	−6.94	318.0	[− 14]		?
	Austritt					86		
	Delambre	M	12 40 14	+7.47	352.4	[− 20]		?
O-Gyalla.	Eintritte							
7. RAFFMANN . .	☾Rand	I	10 42 29	−2.87	288.3	+ 44		?
	Lagrange	M	45 35	−2.98	290.6	+ 14		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Piazzi	M	10ʰ 45ᵐ 35ˢ	−2.93	289°.6	+ 18″		?
	Cavendish	M	47 36	−3.11	293.0	+ 74		?
	Fourier	M	47 36	−2.97	290.4	+ 16		?
	Mersenius	M	49 19	−3.25	295.1	+ 87		?
	Doppelmayer	M	54 59	−3.10	292.7	− 13		? »unsicher«
	Gassendi	M	58 9	−3.43	297.8	+ 17		?
	Vitello	M	54 59	−3.08	292.4	+ 9		?
	Tycho	I	11 0 14	−2.82	287.2	+ 50		
	Wurzelbau	M	1 19	−3.00	290.9	+ 51		? »unsicher«
	Hell	M	3 39	−3.00	291.0	+ 93		?
	Copernicus	II	29 54	−9.33	322.8	+ 95		
	Is.u.Capella	M	53 38	−5.52	313.3	− 12		?
	Austritte							
	Tycho	II	13 8 59	+2.83	24.5	+ 44		
	Petavius	M	12 14	+4.35	5.1	−124		?
	Furnerius	M	22 44	+3.40	14.5	− 53		?
	☾ Rand	II	32 44	+2.89	13.2	+ 16		
O-Gyalla.	Eintritte							
8. Reviczky . .	☾ Rand	I	10 42 34	−2.87	288.3	+ 42		Ganz unzuverlässig
	Piazzi	M	46 29	−2.93	289.6	0		?
	Grimaldi	M	51 14	−2.82	302.2	+ 90		?
	Agatharch.	M	56 14	−3.26	295.3	+111		?
	Tycho	I	59 49	−2.82	287.2	+ 59		
	Bulliald	M	11 6 49	−3.52	298.8	− 11		?
	Alpetragius	M	23 34	−4.17	305.3	− 73		?
	Copernicus	I	27 24	−7.02	318.3	+ 83		
		II	36 34	−9.33	322.8	+ 53		
	Albategnius	M	31 4	−4.55	308.1	− 36		?
	Petavius	M	37 19	−3.34	296.4	+157		?
	Sosigenes	M	49 14	−7.24	318.9	+149		?
	Is.u.Capella	M	53 9	−5.52	313.3	− 6		?
	Austritte							
	Copernicus	M	12 17 44	+9.16	349.3	+ 63		?
	Grimaldi	M	25 4	+3.96	8.3	+ 65		?
	Sosigenes	M	42 44	+6.88	353.8	+166		?
	Is.u.Capella	M	47 44	+7.49	352.3	− 86		?
	Agatharch.	M	51 9	+3.23	16.9	+137		?
	Tycho	M	13 9 59	+2.83	24.3	+ 84		?
	☾ Rand	II	33 49	+2.89	13.2	+ 28		
O-Gyalla.	Eintritte							
9. Weiss . . .	☾ Rand	I	10 42 34	−2.87	288.3	+ 42	−29″	
	Byrgius	M	43 39	−3.06	292.0	+ 90	+19	?
	Vieta	M	46 38	−3.00	291.0	+ 52	−19	?
	Fourier	M	47 52	−2.97	290.4	[+ 10]		?
	Schiller	M	47 18	−2.63	282.2	[+142]		?
	Mersenius	M	50 4	−3.25	295.1	+ 73	+ 2	?
	Grimaldi	I	48 26	−3.79	301.8	+ 96	+25	
		II	53 11	−4.15	305.2	+ 95	+24	
	Wilson	M	52 39	−2.55	279.7	+ 94	+23	?
	Riccioli	M	51 41	−4.00	303.9	+106	+35	?
	Capuanus	M	55 51	−2.95	290.0	+ 69	− 2	?
	Billy	M	56 18	−3.65	300.4	[+ 3]		?

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Tycho	I	11h 0m 9s	− 2.82	287°.2	+ 52″	−19″	
		M	1 19	− 2.84	287.6	+ 44	−27	
		II	2 29	− 2.85	287.8	+ 44	−27	
	Pitatus	I	3 9	− 3.09	292.6	+ 46	−25	
		M	3 29	− 3.10	292.7	+ 59	−12	
		II	3 49	− 3.11	293.0	+ 74	+ 3	
	Marius	M	8 4	− 5.45	313.0	[+170]		?
	Kepler	I	13 36	− 5.91	314.9	+ 98	+27	
		M	17 45	− 6.43	316.7	+ 71	0	
	Austritte					1205		
	Fourier	M	12 51 14	+ 2.89	23.1	+100	+42	?
	Schickard	M	55 50	+ 2.79	25.4	+ 22	−36	?
	Capuanus	M	58 1	+ 3.00	20.9	+ 50	− 8	?
	Pitatus	M	59 33	+ 3.14	18.4	+ 43	−15	?
	Schiller	I	13 5 23	+ 2.70	27.5	+102	+44	
		II	7 53	+ 2.67	28.5	+ 55	− 3	
	Tycho	I	7 52	+ 2.87	23.6	+ 64	+ 6	
		II	9 22	+ 2.83	24.5	+ 52	− 6	
	☾ Rand	II	33 27	+ 2.89	13.2	+ 31	−27	
10. Strassburg.	Austritte					519		
	Tycho	I	13 7 33	+ 2.87	23.6	+ 57	+ 5	
		II	9 5	+ 2.83	24.5	+ 46	− 6	
Toulouse.	Eintritte					103		
11. BIGOURDAN .	Schickard	M	10 45 58	− 2.75	285.4	+ 57	+ 4	
	Vieta	M	45 28	− 3.00	291.0	+ 76	+23	
	Krüger	M	47 43	− 3.37	296.9	+ 46	− 7	
	Fontana	M	50 43	− 3.42	297.6	+ 39	−14	
	Mersenius	M	53 38	− 3.25	295.1	+ 7	−46	
	Grimaldi	I	52 18	− 3.79	301.8	+ 35	−18	
		II	54 58	− 4.15	305.2	+ 69	+16	
	Doppelmayer	M	50 58	− 3.10	292.7	+ 65	+12	
	Gassendi	M	55 13	− 3.43	297.8	+ 69	+16	
	Campanus	M	56 28	− 3.07	292.3	+ 74	+21	
	Tycho	I	11 0 13	− 2.82	287.2	+ 51	− 2	
		II	1 58	− 2.85	287.8	+ 55	+ 2	
	Pitatus	I	3 13	− 3.09	292.6	+ 45	− 8	
		II	4 18	− 3.11	293.0	+ 65	+12	
	Cavalerius	M	7 43	− 5.77	314.3	+ 15	−38	
	Kepler	M	19 28	− 6.43	316.7	+ 55	+ 2	
	Gambart	M	20 13	− 5.05	311.1	+ 67	+14	
	Herschel	M	25 18	− 4.51	307.8	+ 59	+ 6	
	Copernicus	I	29 28	− 7.02	318.3	+ 66	+13	
		II	37 18	− 9.33	322.8	+ 48	− 5	
	Theophilus	M	41 8	− 4.40	307.1	+ 29	−24	
	Caesar	M	12 2 58	−16.33	328.4	+ 58	+ 5	
	Taruntius	I	12 58	−11.18	325.0	+ 68	+15	
	Apollonius	M	32 13	−86.17	334.5	+ 46	− 7	
	Austritte					1264		
	Copernicus	II	12 18 58	+ 8.11	351.1	+ 52	+ 4	
	Riccioli	I	18 18	+ 4.45	4.3	+ 73	+25	
	Grimaldi	I	20 38	+ 4.33	5.2	+ 50	+ 2	



Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Grimaldi	II	12h 24m 28s	+ 3.94	8°5	+ 7"	−11"	
	Delambre	M	38 43	+ 7.47	352.4	[− 32]		
	Gassendi	M	42 58	+ 3.43	14.0	+ 82	+34	
	Mersenius	M	40 58	+ 3.31	15.8	+ 35	−13	
	Schickard	I	53 28	+ 2.81	24.9	+ 28	−20	
	Messier	M	57 58	+ 6.87	354.1	+ 58	+10	
	Theophilus	M	13 2 58	+ 4.25	5.8	+ 56	+ 8	
	Langrenus	I	5 43	+ 5.73	357.6	+ 37	−11	
		II	12 28	+ 4.89	1.6	+ 51	+ 3	
	Tycho	I	7 28	+ 2.87	23.6	+ 56	+ 8	
		II	9 13	+ 2.83	24.5	+ 49	+ 1	
	☾ Rand	II	33 58	+ 2.89	13.2	+ 42	− 6	
						676		
Toulouse.	Eintritte							
12. Perrotin . .	Schickard	I	10 45 35	− 2.77	286.0	+ 37	−19	
		II	47 35	− 2.75	285.4	+ 56	0	
	Schiller	I	48 5	− 2.67	283.5	+ 95	+39	
		II	50 35	− 2.65	282.8	+ 84	+28	
	Grimaldi	I	52 30	− 3.79	301.8	+ 31	−25	
		II	55 35	− 4.15	305.2	+ 60	+ 4	
	Gassendi	I	54 55	− 3.38	297.0	+ 57	+ 1	
		II	55 55	− 3.42	297.6	+ 72	+16	
	Campanus	M	56 20	− 3.07	292.3	+ 77	+21	
	Mercator	M	56 35	− 3.05	291.8	+ 85	+29	
	Tycho	I	11 0 35	− 2.82	287.2	+ 43	−13	
		II	1 50	− 2.85	287.8	+ 58	+ 2	
	Flamsteed	M	1 5	− 4.10	304.8	+ 66	+10	
	Bulliald	I	2 20	− 3.33	296.3	+ 50	− 6	
		II	3 5	− 3.36	296.8	+ 71	+15	
	Pitatus	I	3 25	− 3.09	292.6	+ 41	−15	
		II	4 35	− 3.11	293.0	+ 59	+ 3	
	Euclid	M	6 55	− 4.03	304.2	+ 61	+ 5	
	Reiner	M	9 5	− 5.61	313.7	+ 58	+ 2	
	Stöfler	I	10 5	− 2.92	289.3	+ 10	−46	
		II	11 45	− 2.94	289.8	+ 41	−15	
	Encke	M	15 35	− 5.60	313.6	+ 47	− 9	
	Kepler	I	19 5	− 5.91	314.9	+ 42	−14	
		II	21 5	− 6.90	318.0	+ 44	−12	
	Copernicus	I	30 25	− 7.02	318.3	+ 57	+ 1	
		II	38 35	− 9.33	322.8	+ 40	−16	
	Messier	M	12 1 5	− 6.42	316.6	+ 64	+ 8	
	Austritte					1506		
	Reiner	I	12 8 20	+ 6.58	354.7	+ 21	−20	
		II	9 5	+ 6.39	355.3	+ 12	−29	
	Copernicus	I	7 35	+13.25	345.1	+ 20	−21	
		II	17 35	+ 8.11	351.1	+ 42	+ 1	
	Kepler	I	10 5	+ 7.78	351.7	+ 22	−19	
		II	12 10	+ 7.16	353.1	+ 21	−20	
	Grimaldi	I	20 35	+ 4.33	5.2	+ 50	+ 9	
		II	24 45	+ 3.94	8.5	+ 12	−29	
	Flamsteed	M	27 5	+ 4.31	5.4	+ 35	− 6	
	Euclid	M	35 5	+ 4.17	6.5	+ 41	0	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Gassendi	I	12h 40m 0s	+3.52	12°9	+ 55″	+14″	
		II	42 30	+3.41	14.4	+ 52	+11	
	Bulliald	I	48 50	+3.45	13.9	+ 45	+ 4	
		II	50 25	+3.39	14.6	+ 37	− 4	
	Campanus	M	52 45	+3.16	18.0	+ 37	− 4	
	Schickard	I	54 55	+2.81	24.9	+ 59	+18	
		II	58 50	+2.75	26.4	+ 33	− 8	
	Mercator	M	54 40	+3.13	18.5	+ 28	−13	
	Pitatus	I	59 20	+3.16	18.0	+ 56	+15	
		II	13 1 5	+3.11	18.9	+ 48	+ 7	
	Schiller	I	3 15	+2.70	27.5	+ 54	+13	
		II	7 35	+2.67	28.5	+ 49	+ 8	
	Tycho	I	7 25	+2.87	23.6	+ 54	+13	
		II	11 0	+2.83	24.5	+ 87	+46	
	☾ Rand	II	34 5	+2.89	13.2	+ 44	+ 3	
						1014		

1. Athen, SCHMIDT; 6füss. Refractor, schwache Vergr. . Manuscript pg. 12.
2. Leipzig, BRUHNS; 81 mm Oeffn., 50fache Vergr. }
3. » LEPPIG; 96 » » 60 » » } . . A. N. 93, 251.
4. » PETER; 215 » » 70 » » }
5. Hamilton College; PETERS . . . . A. N. 95, 20.
6. O-Gyalla, v. KONKOLY; Merz, 6 Zoll Oeffn. }
7. » RAFFMANN; Kometensucher, 39 Lin. Oeffn. } O-Gyalla 1, 60.
8. » v. REVICZKY; » 51 » » } A. N. 93, 203.
9. » WEISS; Bardou'sches Fernrohr, 36 Lin. Oeffn. }
10. Strassburg; Kometensucher, 34 mm. Oeffn., 9fache Vergr. . . . . A. N. 93, 345.
11. Toulouse, BIGOURDAN }
12. » PERROTIN } . . . . Toulouse 1, 6.

In Athen war der Himmel vollkommen heiter, die Luft recht ruhig. »Durch einen besonderen Umstand geschah es, dass sich die genaue Correction der Pendeluhr nicht ermitteln liess, die wahrscheinlich eine Störung erlitten hatte, als sie aufgezogen ward. Ich habe daher, um genäherte mittlere Zeiten geben zu können, die Angaben der Beobachtungszeiten nur um 10ˢ vergrössert. Da für viele Punkte die Dauer beobachtet ward, in welcher sie verfinstert waren, so lässt sich die Vergrösserung des Erdschattens finden, auch wenn die mittleren Zeiten der Eintritte und Austritte nicht genau sind. ... Die Penumbra war sehr breit und für die Beobachtung ungünstig« (SCHMIDT). Dagegen bemerkt PETER: »Während der Mitte der Erscheinung war der Schatten gut begrenzt;« LEPPIG: »Der Erdschatten erschien in der ersten Hälfte der Finsterniss dunkler, als in

der zweiten, und überhaupt schärfer begrenzt, als früher bei ähnlichen Erscheinungen.« In Strassburg erschien der Mond zwischen Wolken öfter ganz klar. Perrotin bemerkt: »Der Rand des Schattens schien durch eine Linie begrenzt, welche schwärzer war, als das Uebrige.«

Das Beobachtungsmaterial ist reichhaltig und besitzt eine gute innere Uebereinstimmung, sodass sich V recht sicher ermitteln lässt.

Berechnet sind 274 Radien,
ausgeschlossen . . . 48 » ,
also benutzt . . . . 226, nämlich 129 Eintritte und 97 Austritte.

43.

Mondfinsterniss am 3. August 1887.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Göttingen.	Eintritte							
1. Brosinsky . .	Theophilus	I	8h 34m 31s	− 7.08	332°.8	+ 57″	− 7″	
		II	38 5	− 8.32	335.3	+ 70	+ 6	
						127		
Göttingen.	Eintritt							
2. Buschbaum . .	Guerike	C	8 28 38	−15.95	342.3	+ 57	0	
	Austritt							
	Guerike	C	9 2 42	+ 7.79	5.1	[+128]		
Göttingen.	Eintritt							
3. Clemens . . .	Goclenius	M	8 45 13	− 7.65	334.1	+ 49	0	?
	Austritt							
	Mädler	M	9 5 32	+38.17	352.8	[− 27]		?
Göttingen.	Eintritte							
4. Hayn	Pitatus	M	8 8 42	− 5.58	328.0	[− 56]		?
	Neander	M	17 51	− 3.91	317.8	+ 32	− 4	?
	Polybius	A	22 42	− 4.79	324.2	+ 36	0	
	Rosse	M	30 23	− 5.43	327.3	+ 40	+ 4	?
	Lapeyrouse	A	53 13	− 7.27	333.2	+ 35	− 1	
						143		
Göttingen.	Eintritte							
5. Schur. . . .	Vitello	M	8 8 3	− 7.72	334.2	[−112]		? »unsicher«
	Petavius	M	18 33	− 3.57	314.4	[+203]		? »unsicher«
	Mädler	M	40 0	− 8.23	335.2	+ 46	− 2	?
	Goclenius	M	45 13	− 7.65	334.1	+ 49	+ 1	?
	Austritte					95		
	Bulliald	M	9 2 1	+ 6.35	8.7	+ 58	+ 6	?
	Vitello	M	5 32	+ 4.74	15.4	+ 46	− 6	?
						104		
München.	Eintritte							
6. Bauschinger .	☾ Rand	I	7 34 34	− 3.20	309.6	+ 59	− 5	
	Tycho	I	48 42	− 3.49	313.4	+ 70	+ 6	
		II	51 29	− 3.61	314.8	+ 62	− 2	
						191		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Austritte							
	Tycho	II	$9^h 29^m 52^s$	+3.52	$25^\circ5$	+ 51″	− 6″	
	☾Rand	II	10 3 10	+3.22	29.5	+ 63	+ 6	
						114		
Prag.	Eintritte							
7. Gruss	☾Rand	I	7 34 14	−3.20	309.6	+ 65	+11	
	Tycho	I	49 14	−3.49	313.4	+ 60	+ 6	
		M	51 25	−3.59	314.6	+ 39	−15	
		II	52 27	−3.61	314.8	+ 46	− 8	
	Goclenius	I	8 42 46	−7.02	332.3	+ 60	+ 6	
	Austritte					270		
	Goclenius	II	9 32 43	+7.10	6.6	+ 57	+ 6	
	Tycho	I	26 39	+3.64	24.2	+ 42	− 9	
		M	28 9	+3.58	24.9	+ 43	− 8	
		II	30 23	+3.52	25.5	+ 60	+ 9	
	☾Rand	II	10 2 31	+3.22	29.5	+ 51	0	
						253		
Prag.	Eintritte							
8. Schwarz. . .	☾Rand	I	7 34 8	−3.20	309.6	+ 67	+ 1	
	Tycho	I	48 48	−3.49	313.4	+ 68	+ 2	
		II	51 48	−3.61	314.8	+ 56	−10	
	Gassendi	M	8 7 18	−8.82	336.2	+ 71	+ 5	?
	Austritte					262		
	Tycho	I	9 27 18	+3.64	24.2	+ 53	− 3	
		M	28 36	+3.58	24.9	+ 51	− 5	
		II	29 24	+3.52	25.5	+ 43	−13	
	☾Rand	II	10 3 48	+3.22	29.5	+ 75	+19	
						222		
Prag.	Eintritte							
9. Weinek . . .	☾Rand	I	7 34 14	−3.20	309.6	+ 64	+15	
	Tycho	I	50 6	−3.49	313.4	+ 46	− 3	
		M	51 37	−3.59	314.6	+ 35	−14	
		II	52 34	−3.61	314.8	+ 44	− 5	
	Goclenius	I	8 43 9	−7.02	332.3	+ 56	+ 7	
		M	45 2	−7.65	334.1	+ 51	+ 2	
		II	47 52	−8.40	335.5	+ 45	− 4	
	Austritte					341		
	Goclenius	I	9 26 57	+9.06	2.9	+ 38	− 8	
		M	30 16	+7.79	5.1	+ 51	+ 5	
		II	32 37	+7.10	6.6	+ 57	+11	
	Tycho	I	27 12	+3.64	24.2	+ 51	+ 5	
		M	28 2	+3.58	24.9	+ 41	− 5	
		II	29 35	+3.52	25.5	+ 46	0	
	☾Rand	II	10 1 50	+3.22	29.5	+ 38	− 8	»unsicher«
						322		

1. Göttingen, Brosinsky;
2. » Buschbaum;
3. » Clemens;
4. » Hayn;
5. » Schur;

} . . . . A. N. 117, 383.

6. München, Bauschinger; 6zöll. Refractor . . . . A. N. 118, 121.
7. Prag, Gruss; Reinfelder, 108.6 mm Oeffn., 62fache Vergr. }
8. » Schwarz; Voigtländer, 62.7 » » 52 » » } A. N. 117, 381.
9. » Weinek; Fraunhofer, 97.6 » » 54 » » }

In Göttingen zeitweise Wolken, sonst klar. In Prag ruhige durchsichtige Luft. Die Färbung des Erdschattens hat Weinek in vier Lithographien in den »Astr. Beob. der Sternwarte Prag 1885—87« dargestellt. In Leipzig wurden Heliometermessungen des Schattens ausgeführt. Klein in Köln beobachtete das Schattensegment ausserhalb der Mondscheibe (A. N. 121, 373).

Trotz der geringen Zahl der Beobachtungen scheint sich V aus denselben doch hinreichend sicher bestimmen zu lassen, da sie mit wenigen Ausnahmen eine recht gute Uebereinstimmung besitzen.

Berechnet sind 54 Radien,
ausgeschlossen . . . 5 » ,
also benutzt . . . . 49, nämlich 29 Eintritte und 20 Austritte.

44.

Mondfinsterniss am 28. Januar 1888.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Breslau.	Eintritt							
1. Galle . . .	☾Rand	II	10h 28m 45s	−1.94	265°.8	[+109″]		»durch Wolken«
	Austritt							
	☾Rand	I	12 9 33	+1.94	112.7	+ 52	0″	
Breslau.	Eintritt							
2. Lachmann . .	☾Rand	II	10 29 57	−1.94	265.8	+ 72	0	»durch Wolken«
	Austritte							
	Tycho	M	12 35 15	+2.00	122.3	+ 77	0	
	Manilius	M	50 51	+1.88	92.0	[+167]		
						77		
Breslau.	Austritte							
3. Rechenberg .	Copernicus	M	12 32 15	+1.89	105.0	+ 32	−34	
	☾Rand	II	13 11 45	+1.89	105.6	+100	+34	
						132		
Breslau.	Austritte							
4. Koerber . .	☾Rand	I	12 9 45	+1.94	112.7	+ 59	−22	
	Copernicus	M	34 45	+1.89	105.0	+111	+30	
	Aristoteles	M	47 9	+1.90	91.4	+134	+53	
	Manilius	M	48 45	+1.88	92.0	+ 99	+18	
	Plinius	M	55 27	+1.88	101.1	+ 99	+18	
	Römer	M	57 39	+1.88	97.3	+ 61	−20	
	☾Rand	II	13 8 39	+1.89	105.6	+ 1	−80	
						564		

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Brüssel.	Eintritte							
5. STUYVAERT	☾Rand	I	9h 28m 17s	−1.89	273°.2	[+109″]		
	Herodot	M	37 49	−1.88	277.2	+ 73	+24″	
	Aristarch	M	39 5	−1.88	277.5	+ 57	+ 8	
	Kepler	M	43 7	−1.90	272.3	+ 52	+ 3	
	Heraclid	M	45 25	−1.89	283.6	+ 66	+17	
	Gassendi	I	46 20	−1.96	263.4	+ 53	+ 4	
		II	48 5	−1.96	262.8	+ 44	− 5	
	Laplace	M	49 29	−1.89	284.6	+ 30	−19	
	Copernicus	I	49 56	−1.89	273.6	+ 65	+16	
		M	50 32	−1.89	273.6	+ 70	+21	
		II	51 36	−1.89	273.4	+ 55	+ 6	
	Plato	I	54 54	−1.90	287.0	+ 39	−10	
		II	56 3	−1.90	287.0	+ 54	+ 5	
	Archimed	I	56 49	−1.88	281.2	+ 44	− 5	
		II	57 59	−1.88	281.3	+ 55	+ 6	
	Hesiod	M	10 0 2	−2.00	260.0	+ 62	+13	
	Pitatus	I	0 48	−2.00	260.0	+ 50	+ 1	
		M	1 34	−2.00	259.9	+ 47	− 2	
		II	2 16	−2.00	259.7	+ 53	+ 4	
	Tycho	I	5 37	−2.06	255.8	+ 31	−18	
		M	6 23	−2.06	255.4	+ 32	−17	
		II	7 5	−2.06	255.4	+ 32	−17	
	Posidonius	I	10 46	−1.89	283.2	+ 46	− 3	
		M	11 42	−1.89	283.1	+ 37	−12	
		II	12 32	−1.89	283.1	+ 39	−10	
	☾Rand	II	31 5	−1.94	265.8	+ 36	−13	
	Austritte					1222		
	☾Rand	I	12 8 7	+1.94	112.7	+ 8	−46	
	Billy	II	19 2	+1.95	114.9	+ 47	− 7	
	Aristarch	M	20 55	+1.88	101.3	+ 37	−17	
	Gassendi	I	21 48	+1.96	115.9	+ 38	−16	
		II	22 32	+1.96	115.9	+ 17	−37	
	Kepler	M	24 18	+1.90	106.4	+ 50	− 4	
	Heraclid	M	27 24	+1.89	95.1	+ 40	−14	
	Laplace	M	30 39	+1.89	94.2	+ 59	+ 5	
	Copernicus	M	33 29	+1.89	105.0	+ 71	+17	
		II	34 22	+1.89	105.2	+ 82	+28	
	Tycho	I	34 55	+2.00	122.7	+ 89	+35	
		M	36 9	+2.00	122.3	+105	+51	
	Plato	M	36 33	+1.90	91.8	+ 65	+11	
		II	36 52	+1.90	91.7	+ 50	− 4	
						758		
Düsseldorf.	Eintritte							
6. LUTHER . . .	☾Rand	I	9 30 20	−1.89	273.2	+ 44	− 4	
	☾Rand	II	10 30 35	−1.94	265.8	+ 52	+ 4	
	Austritt					96		
	☾Rand	I	12 9 17	+1.94	112.7	+ 44	0	
Genf.	Eintritt							
7. KAMMERMANN.	☾Rand	II	10 30 36	−1.94	265.8	+ 51	0	
	Austritt							
	☾Rand	I	12 9 0	+1.94	112.7	+ 35	0	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Heidelberg.	Austritte							
8. Lenard . . .	☾Rand	I	12h 9m 54s	+1.94	112°.7	+ 63"	+14"	»zieml. scharf«
	Grimaldi	I	11 59	+1.94	112.8	+ 34	−15	
		II	13 13	+1.93	112.3	+ 26	−23	
	Aristarch	M	20 54	+1.88	101.3	+ 36	−13	»scharf«
	Copernicus	M	38 33	+1.89	105.0	[+232]		
	Tycho	M	39 19	+2.00	122.3	[+199]		»scharf«
	Menelaus	M	51 33	+1.88	101.1	+ 92	+43	
	Proclus	M	13 5 4	+1.88	100.0	[+134]		»ungenau, wohl zu spät«
	Alhazen	M	6 38	+1.88	99.5	+ 22	−27	
	Schubert	M	7 59	+1.89	104.5	[− 11]		
	☾Rand	II	10 48	+1.89	105.6	+ 70	+21	
						343		
Kiel.	Eintritte							
9. Kreutz . . .	Aristarch	M	9 39 36	−1.88	277.5	+ 40	− 9	?
	Kepler	I	42 48	−1.90	272.2	+ 50	+ 1	
		II	44 36	−1.90	272.0	[+ 8]		
	Copernicus	I	49 48	−1.89	273.6	+ 69	+20	
		II	51 42	−1.89	273.4	+ 51	+ 2	
	Plato	I	54 54	−1.90	287.0	+ 39	−10	
		II	56 24	−1.90	287.0	+ 43	− 6	
	Langrenus	M	10 23 42	−1.91	270.5	[+166]		
	☾Rand	II	30 36	−1.94	265.8	+ 51	+ 2	
	Austritte					343		
	☾Rand	I	12 9 6	+1.94	112.7	+ 39	+ 8	
	Grimaldi	I	12 0	+1.94	112.8	+ 35	+ 4	
		II	12 54	+1.93	112.3	+ 16	−15	
	Aristarch	M	20 48	+1.88	101.3	+ 33	+ 2	
						123		
Kis Kartal.	Eintritt							
10. Lakits . . .	☾Rand	II	10 31 22	−1.94	265.8	+ 28	0	
Neuchâtel.	Austritt							
11. Hilfiker . .	☾Rand	I	12 8 42	+1.94	112.7	+ 26	0	
Petersburg.	Eintritt							
12. Glasenapp . .	☾Rand	II	10 29 58	−1.94	265.8	+ 71	0	
	Austritt							
	☾Rand	I	12 8 20	+1.94	112.7	+ 15	0	
Prag.	Eintritt							
13. Gruss . . .	☾Rand	II	10 31 8	−1.94	265.8	+ 35	0	
Prag.	Eintritt							
14. Kostlivy . .	☾Rand	I	9 29 18	−1.89	273.2	+ 77	0	
Prag.	Eintritt							
15. Weinek . .	☾Rand	II	10 31 4	−1.94	265.8	+ 37	0	

1. Breslau, A. Galle; } 4½füss. Fraunhofer
2. » Lachmann; } 5 » Bardou'sches Fernrohr } . A. N. 118, 298.
3. » Rechenberg; }
4. » Koerber; 4 » Fraunhofer

5. Brüssel, Stuyvaert; 150 mm Oeffn., 90fache Vergr. . . A. N. 118, 375.

6. Düsseldorf, LUTHER; 7füss. Refractor, 51fache Vergr. . . A. N. 118, 315.
7. Genf, KAMMERMANN. . . . . A. N. 118, 311.
8. Heidelberg, LENARD; 4füss. Merz . . . . A. N. 118, 283.
9. Kiel, KREUTZ; 4füss. Fraunh., 83 mm Oeffn., 83fache Vergr. A. N. 118, 281.
10. Kis Kartal, LAKITS; 3½ Zoll Oeffn.. . . . . A. N. 118, 281.
11. Neuchâtel, HILFIKER . . . . A. N. 118, 297.
12. Petersburg, v. GLASENAPP {Kometensucher, 149 mm Oeffn. / Repsold, 107 mm Oeffn., 63fache Vergr.} A. N. 118, 349.
13. Prag, GRUSS; Fraunhofer, 54fache Vergr.
14. » KOSTLIVY
15. » WEINEK; Aequatoreal v. Steinheil, 60fache Vergr. } A. N. 119, 213.

In Breslau störten Wolken. STUYVAERT beobachtete, dass sich die leuchtenden Hörnerspitzen noch weiter am Mondrande in den Schatten hinein fortsetzten; auch machte er 12 photographische Aufnahmen, auf denen sich diese Fortsetzung ebenfalls deutlich zeigt. In Heidelberg wurden 28 photographische Aufnahmen nach der Totalität erhalten; es störten Nebel- und Wolkenschichten; . . . »der Erdschatten zeigte sich von einer sehr gleichmässig verwaschenen Zone begrenzt, welche nicht ganz die Breite des Kraters Tycho (48″) besass. Vorübergehende Wolken verbreiterten diese Schattengrenze bedeutend . . . Bei den Krateraustritten wurde der Augenblick notirt, in welchem das betreffende Object die Mitte der beschriebenen verwaschenen Schattengrenze passirte . . . Von einer Erhöhung der Schattengrenze... konnte nichts wahrgenommen werden.« In Kis Kartal ist der Uhrstand auf 2ˢ bis 3ˢ unsicher. In Petersburg bedeckten sich bei —25° C. die Objective mit feinen Eiskrystallen, welche die Beobachtung hinderten.

Beschreibung der Färbung des Schattens geben die Beobachter in Breslau, Clinton (A. N. 118, 360), Genf, Heidelberg, Neuchâtel, Petersburg (auch A. N. 119, 71) und Prag. In Berlin wurden Heliometermessungen zur Bestimmung der Lage der Hörnerspitzen angestellt (A. N. 118, 317) und in Strassburg zu demselben Zwecke 12 Messungen ausgeführt (A. N. 118, 281). In Petersburg suchte KLEIBER die Breite des sichtbaren Schattens der Erdatmosphäre zu ermitteln (A. N. 119, 71) und in Birr Castle stellte BOEDDIKER Messungen der Wärmestrahlung des verfinsterten Mondes an (A. N. 118, 309).

Berechnet sind 90 Radien,
ausgeschlossen . . . 9 » ,
also benutzt . . . . 81, nämlich 41 Eintritte und 40 Austritte.

45.

Mondfinsterniss am 16. Januar 1889.

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
Brüssel.	Eintritte							
1. Stuyvaert . .	☾ Rand	I	$15^{h}\,58^{m}\,2^{s}$	− 2.68	313°4	+ 58″	+10″	
	Krüger	M	16 3 19	− 2.94	319.6	+ 59	+11	?
	Grimaldi	I	6 57	− 3.20	324.1	+ 34	−14	
		M	8 16	− 3.30	325.7	+ 49	+ 1	
		II	9 32	− 3.42	327.4	+ 55	+ 7	
	Schickard	M	4 39	− 2.54	309.3	+ 58	+10	
		II	6 34	− 2.56	310.0	+ 56	+ 8	
	Billy	M	10 41	− 3.06	321.9	+ 43	− 5	?
	Gassendi	I	12 53	− 2.97	320.3	+ 47	− 1	
		II	14 5	− 3.01	321.1	+ 65	+17	
	Agatharch.	M	15 9	− 2.91	318.9	[+103]		?
	Reiner	M	19 38	− 3.96	333.2	+ 71	+23	?
	Tycho	I	20 32	− 2.61	311.4	+ 38	−10	
		M	21 33	− 2.61	311.6	+ 34	−14	
		II	22 25	− 2.62	312.1	+ 40	− 8	
	Pitatus	I	23 0	− 2.79	316.4	+ 34	−14	
		II	24 19	− 2.81	316.9	+ 50	+ 2	
	Kepler	M	30 12	− 4.29	336.0	+ 56	+ 8	?
	Briggs	M	34 49	− 6.60	346.8	[+122]		?
	Copernicus	I	41 4	− 4.52	337.6	+ 52	+ 4	
		M	42 43	− 4.71	338.8	+ 53	+ 5	
		II	44 19	− 4.94	340.2	+ 49	+ 1	
	Herodot	M	45 22	− 8.02	350.2	+ 36	−12	?
	Aristarch	M	47 14	− 8.41	351.0	+ 45	− 3	?
	Guttenberg	I	17 4 34	− 3.70	330.6	+ 24	−24	
	Goclenius	M	5 34	− 3.68	330.6	+ 42	− 6	
		II	6 49	− 3.77	331.4	+ 36	−12	
	Langrenus	I	10 44	− 3.68	330.5	+ 44	− 4	
		M	12 36	− 3.86	332.3	+ 45	− 3	
		II	14 39	− 4.03	333.9	+ 42	− 6	
	Messier	M	13 39	− 4.36	336.6	+ 38	−10	
	Menelaus	M	18 14	− 8.72	351.5	+ 48	0	?
	Timocharis	I	20 19	−58.80	3.4	+ 64	+16	
	Plinius	M	22 39	− 8.46	351.0	+ 39	− 9	?
	Firmicus	M	29 4	− 6.22	345.7	+ 58	+10	? »Leichte
	Picard	M	35 24	− 9.33	352.4	+ 63	+15	? Wolken«
	Proclus	M	36 59	−13.60	356.6	+ 56	+ 8	?
	Austritte					1681		
	Aristarch	M	17 27 49	+ 8.84	49.3	+ 32	−38	? »Leichte
	Herodot	M	29 39	+ 7.94	20.9	+ 36	−34	? Wolken«
	Briggs	M	30 19	+ 6.57	24.3	[+119]		?
	Pytheas	M	40 29	+ 8.42	20.0	+ 36	−34	? »Wolken«
	Grimaldi	M	55 59	+ 3.30	45.3	+ 48	−22	
		II	57 29	+ 3.22	46.5	+ 32	−38	
	Copernicus	II	18 0 39	+ 4.58	33.0	+ 61	− 9	»Wolken«
	Schickard	II	26 4	+ 2.54	61.8	+ 23	−47	»Wolken«
	Firmicus	M	28 24	+ 5.85	26.6	+ 77	+ 7	?

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Pitatus	II	18h33m39s	+ 2.75	55°7	+ 89″	+19″	»etwas zu spät«
	Tycho	I	38 9	+ 2.60	59.7	+ 83	+13	
		M	38 59	+ 2.59	60.2	+ 78	+ 8	
	Messier	M	40 9	+ 3.98	37.6	+115	+45	?
	Guttenberg	M	43 39	+ 3.50	42.6	+ 98	+28	?
	Goclenius	II	45 44	+ 3.50	42.6	+ 94	+24	
	Langrenus	I	46 34	+ 3.76	39.7	+104	+34	
		M	47 46	+ 3.68	40.6	+ 97	+27	
		II	49 9	+ 3.58	41.6	+ 90	+20	
						1193		
Göttingen.	Eintritte							
2. CLEMENS . .	☾ Rand	I	15 58 37	− 2.68	313.4	+ 45	−16	
	Krüger	M	16 3 37	− 2.94	319.6	+ 53	− 8	
	Grimaldi	I	6 32	− 3.20	324.1	+ 42	−19	
		II	9 30	− 3.42	327.4	+ 62	+ 1	
	Schickard	I	7 27	− 2.60	311.3	[− 47]		
		II	10 14	− 2.56	310.0	[− 30]		
	Lohrmann	M	8 16	− 3.41	327.2	[+107]		
	Gassendi	I	12 35	− 2.97	320.3	+ 53	− 8	
		M	13 35	− 2.99	320.6	+ 58	− 3	
		II	14 30	− 3.01	321.1	+ 57	− 4	
	Capuanus	M	15 29	− 2.70	313.9	+ 65	+ 4	
	Campanus	M	16 43	− 2.80	316.6	+ 51	−10	
	Mercator	M	17 1	− 2.77	315.9	+ 59	− 2	
	Reiner	M	19 39	− 3.96	333.2	+ 71	+10	
	Tycho	I	20 29	− 2.64	311.4	+ 40	−21	
		M	21 25	− 2.64	311.6	+ 37	−24	
		II	21 59	− 2.62	312.1	+ 50	−11	
	Encke	I	23 47	− 3.75	331.2	+104	+43	
		M	25 27	− 3.85	332.3	+ 88	+27	
		II	26 46	− 3.94	333.1	+ 77	+16	
	Kepler	M	29 32	− 4.29	336.0	+ 66	+ 5	
	Seleucus	M	33 31	− 6.18	345.5	+ 58	− 3	
	Bessarion	M	37 41	− 5.21	341.6	+ 63	+ 2	
	Gambart	M	40 20	− 4.20	335.3	[− 17]		
	Copernicus	I	39 23	− 4.52	337.6	+ 74	+13	
		M	41 43	− 4.71	338.8	+ 66	+ 5	
		II	43 52	− 4.94	340.2	+ 54	− 7	
	Mayer	M	42 45	− 5.42	342.6	+ 71	+10	
	Aristarch	M	46 29	− 8.41	351.0	+ 51	−10	
	Eratosthen.	M	52 43	− 5.55	343.1	+ 75	+14	
	Lambert	M	54 3	− 7.23	348.5	[+149]		
	Pytheas	M	55 42	− 7.43	349.0	+ 63	+ 2	
	Lichtenbrg	M	57 12	−31.74	1.7	+ 73	+12	
	Dionys	M	17 0 27	− 4.43	337.1	+ 60	− 1	
	Menelaus	M	18 10	− 8.72	354.5	+ 48	−13	
	Plinius	M	20 34	− 8.46	354.0	+ 53	− 8	
	Austritte					1887		
	Aristarch	M	17 27 34	+ 8.84	19.3	+ 31	−29	
	Seleucus	M	29 12	+ 6.63	24.1	+ 38	−22	
	Euler	M	35 24	+ 9.14	18.9	+ 54	− 6	
	Pytheas	M	41 10	+ 8.42	20.0	+ 40	−20	

Beobachter	Object		ϑ	σ	χ	V	R	Bemerkungen
	Bessarion	M	17h 46m 2s	+ 5.25	29°2	+ 58″	− 2″	
	Marius	M	47 0	+ 4.89	33.8	+ 76	+16	
	Mayer	M	48 26	+ 5.49	28.1	+ 62	+ 2	
	Kepler	M	53 8	+ 4.31	34.9	+ 51	− 9	
	Copernicus	M	57 59	+ 4.75	31.9	+ 47	−13	
	Menelaus	M	18 0 41	+ 8.10	20.6	+ 59	− 1	
	Plinius	M	3 27	+ 8.51	19.9	+ 47	−13	
	Gambart	M	10 5	+ 3.74	39.9	+ 93	+33	
	Gassendi	M	14 45	+ 2.95	51.2	+ 89	+29	
		II	16 14	+ 2.92	51.9	+ 99	+39	
	Dionys	M	20 54	+ 4.44	33.9	+ 55	− 5	
						899		
Heidelberg.	Eintritte							
3. Lenard. . .	Grimaldi	I	16 5 56	− 3.20	324.1	+ 53	+ 6	
		II	10 48	− 3.42	327.4	+ 39	− 8	
	Gassendi	I	12 31	− 2.97	320.3	+ 54	+ 7	
		M	13 40	− 2.99	320.6	+ 56	+ 9	
		II	14 52	− 3.01	321.1	+ 49	+ 2	»zu spät?«
	Tycho	I	20 23	− 2.61	311.4	+ 42	− 5	
		M	21 16	− 2.61	311.6	+ 40	− 7	
		II	22 18	− 2.62	312.1	+ 42	− 5	
	Hesiod	I	21 16	− 2.80	316.1	+ 57	+10	
		II	22 20	− 2.80	316.7	+ 57	+10	
	Pitatus	M	23 30	− 2.80	316.6	+ 45	− 2	
	Kepler	I	30 20	− 4.30	336.1	+ 40	− 7	
		M	31 8	− 4.29	336.0	+ 43	− 4	
		II	31 57	− 4.46	337.1	+ 36	−11	
	Copernicus	I	41 21	− 4.52	337.6	+ 48	+ 1	
		M	43 32	− 4.71	338.8	+ 43	− 4	
		II	45 43	− 4.94	340.2	+ 32	−15	
	Aristarch	M	47 42	− 8.41	351.0	+ 42	− 5	
	Langrenus	I	17 8 42	− 3.68	330.5	+ 78	+31	
		M	12 26	− 3.86	332.3	+ 47	0	
	Proclus	M	39 48	−13.60	356.6	+ 44	− 3	?
	Austritte					987		
	Aristarch	M	17 29 12	+ 8.84	19.3	+ 42	0	
	Grimaldi	I	52 50	+ 3.45	43.2	+ 42	0	
		II	57 3	+ 3.22	46.5	+ 24	−18	
	Copernicus	I	55 10	+ 5.05	30.2	+ 33	− 9	
		II	58 38	+ 4.58	33.0	+ 35	− 7	
	Tycho	M	18 38 58	+ 2.59	60.2	+ 78	+36	»wegen Dämmerung unsicher«
						254		

1. Brüssel, Stuyvaert; 150 mm Oeffn., 90fache Vergr.. . . A. N. 121, 135.
2. Göttingen, Clemens; Steinheil, 4 Zoll Oeffn., 63fache Vergr. A. N. 123, 91.
3. Heidelberg, Lenard; 4füss. Merz . . . . A. N. 121, 137.

In Brüssel war anfangs die Luft heiter und ruhig; bei den Austritten störten Wolken die Beobachtung. In Folge der Morgendämmerung scheint der Beobachter den Schatten zuletzt grösser geschätzt zu haben; wir lassen daher die Austritte bei der Mittel-

bildung fort. In Göttingen war die Luft gut, gegen Ende etwas wallend. In Heidelberg war die Luft ziemlich dunstig; es wurden noch 56 photographische Aufnahmen des verfinsterten Mondes gemacht.

Alle drei Beobachter beschreiben den Verlauf der Finsterniss. WOLF in Heidelberg macht noch folgende wichtige Bemerkung: »Bezüglich der Kraterantritte möchte ich es als sehr wünschenswerth bezeichnen, dass man sich darüber einigen sollte, welchen Theil des Schattenrandes man für die Beobachtung zu wählen hat. Da der Rand des Kernschattens sich als eine ziemlich breite, gleichmässig verwaschene und schon recht dunkle Zone darstellt, so wird bald der Anfang dieser Zone, bald ihre Mitte, bald ihre gegen das Schattencentrum gelegene Grenze als geometrischer Rand des Schattens angesehen und die Kraterantritte darnach beobachtet, sodass wohl auch aus diesem Grunde die von verschiedenen Beobachtern angegebenen Antritte so wenig mit einander übereinstimmen. Es ist nur fraglich, welchen Theil man ein für alle Mal nehmen soll. Die äusserste Grenze gegen den Halbschatten zu kommt nicht in Betracht, weil dort der Uebergang zu stetig erfolgt und durch die Schattirung des Mondes zu sehr beeinflusst wird. Die Mitte der Zone lässt sich — wie stets in derartigen Fällen — sehr genau schätzen, und ist auch besonders beim Austritte am leichtesten zur Beobachtung zu benutzen, weil das betreffende Object schon vor dem zu beobachtenden Moment gut gesehen werden kann. Es bleibt daher blos zwischen Mitte der fraglichen Zone und deren innerstem Rand zu entscheiden. Es wurde diesmal als Schattengrenze von uns der innerste Rand der verwaschenen Zone angesehen (voriges Jahr die Mitte der Zone), sodass die Eintritte die Zeiten geben, zu denen das betreffende Object durch das Vorrücken des Schattens nicht mehr weiter verdunkelt werden konnte. Beim Austritte wurde entsprechend der Augenblick notirt, in welchem der Krater eben begann aufgehellt zu werden. Die Beobachtung der Austritte wird durch diese Wahl der Schattengrenze allerdings etwas erschwert; jedoch konnte man auch bei dieser Finsterniss, wie bei der totalen im Januar 1888 die Hauptzüge der Mondoberfläche im Schatten gut unterscheiden.«

Berechnet sind 133 Radien,
ausgeschlossen . . . 25 » ,
also benutzt . . . . 108, nämlich 87 Eintritte und 21 Austritte.

46.

Die in den letzten 30 Paragraphen angegebenen Werthe der V sind alle durch doppelte Rechnung geprüft; die V_1 und R konnten leicht durch Summirung der R controlirt werden.

Unsere nächste Aufgabe ist nun die Bestimmung eines Mittelwerthes von V für jede einzelne der nach Ausschluss von 1804 und 1823 übrig bleibenden 28 Finsternisse. Vergleicht man zunächst nur die zu ein und derselben Finsterniss gehörigen Werthe der V mit einander, so kommt man bald zu der Ueberzeugung, dass es, soviel wir bis jetzt wissen können, zwei Ursachen sind, welche die Schwankungen von V hervorrufen. Die erste Ursache umfasst alle zufälligen Fehler; hierher gehören neben den eigentlichen Beobachtungsfehlern nach § 9 die Fehler in den selenographischen Positionen der Objecte sowie auch diejenigen Verwechselungen mit benachbarten Objecten, welche im Vorhergehenden nicht entdeckt und ausgeschieden werden konnten, weil zufällig auch das falsche Object einen nahezu richtigen Werth von V ergab. Die zweite Ursache ist die für jeden einzelnen Beobachter persönlich verschiedenartige Auffassung der Schattengrenze, welche ihrerseits wieder abhängig sein wird von dem benutzten Instrumente und von der Durchsichtigkeit der Luft am Beobachtungsorte. Bezeichnen wir mit V_0 vorübergehend den gesuchten Mittelwerth von V für eine Finsterniss, mit a den persönlichen und mit b den zufälligen Theil des Fehlers, so wird jedes einzelne V die Form haben

$$V = V_0 + a + b.$$

Der bei der Mittelbildung zur Bestimmung von V_0 einzuschlagende Weg ist von dem Verhältniss von a zu b abhängig. Denn nehmen wir erstens an a wäre verschwindend klein gegen b, so müssten zwei Beobachter, deren jeder unendlich viele Beobachtungen gemacht hat, gleiche Werthe von V_1 ergeben, welche dann mit V_0 identisch wären; ist die Anzahl der Beobachtungen eine endliche, so müsste man bei der Mittelbildung den einzelnen Werthen der V_1 Gewichte beilegen, welche der Zahl der Beobachtungen proportional sind, die zur Berechnung jedes V_1 verwendet wurden, vorausgesetzt, dass man alle Beobachter als gleich zuverlässig ansehen darf. Ist n die Anzahl der einzelnen V, so ist

$$V_1 = \frac{\Sigma V}{n}.$$

Die Werthe von ΣV sind im Vorhergehenden unter jeder Reihe angegeben. Für V_0 haben wir also bei dieser ersten Annahme die einfache Bestimmung

$$V_0 = \frac{\Sigma n V_1}{\Sigma n} = \frac{\Sigma\Sigma V}{\Sigma n};$$

d. h. V_0 ist bei dieser Berechnungsart einfach das arithmetische Mittel aller V der ganzen Finsterniss; den so berechneten Werth von V_0 wollen wir mit V_2 bezeichnen.

Nehmen wir dagegen an, b wäre verschwindend klein gegen a, so würde eine Vermehrung der Beobachtungen des einzelnen Beobachters gar keinen Zweck haben, denn schon eine einzige Beobachtung würde den persönlichen Werth $V_1 = V_0 + a$ mit derselben Genauigkeit ergeben, wie deren unendlich viele. Zur Bildung von V_0 müsste man daher allen V_1 gleiches Gewicht geben, sodass also V_0 das arithmetische Mittel aller V_1 würde. Der so berechnete Werth von V_0 soll im Folgenden mit V_3 bezeichnet werden.

Da selbst bei demselben Beobachter a bei den Eintritten einen anderen Werth haben kann, als bei den Austritten, so behandeln wir vorläufig bei den Mittelbildungen die Ein- und Austritte getrennt.

Eine Durchsicht der oben gefundenen Werthe der V zeigt nun, dass in Wirklichkeit a und b ungefähr von derselben Ordnung sind, sodass also die Wahrheit etwa in der Mitte zwischen den eben gemachten zwei Annahmen liegt. Bei der ersten Annahme erhielten also die grösseren Reihen den kleineren gegenüber ein zu grosses Gewicht, bei der zweiten ein zu kleines. Hieraus folgt, dass der wahre Werth von V_0, soweit er sich aus den gegebenen Beobachtungen überhaupt bestimmen lässt, jedenfalls zwischen V_2 und V_3 liegen wird, in den meisten Fällen wohl sehr nahe an V_2. Jenseits von V_3 wird V_0 nie zu suchen sein. Die Berechnung von V_3 neben V_2 giebt uns also ein Mittel an die Hand um zu beurtheilen, welchen Einfluss eine möglichst verschiedenartige Behandlung der gegebenen Beobachtungen auf den resultirenden Mittelwerth noch haben kann. Alle diese Schlüsse werden um so strenger richtig sein, je grösser die Anzahl der Beobachter und der Beobachtungen ist.

Die folgende Tabelle giebt eine übersichtliche Zusammenstellung aller Werthe von V_1, V_2 und V_3 gesondert für die Eintritte und für die Austritte.

Beob-achter	Eintritte					Austritte				
	ΣV	n	V_2	V_1	V_3	ΣV	n	V_2	V_1	V_3
1802										
1	20″	1		20.″00						
2	53	1		53.00						
3	115	2		57.50						
4	23	1		23.00						
5	37	1		37.00		22″	1		22.″00	
6						603	7		86.14	
7						387	5		77.40	
8	667	10		66.70		56	3		18.67	
9	1314	22		59.73		363	9		40.33	
10	45	1		45.00		23	1		23.00	
	2274	39	58.″31	361.93	45.″24	1454	26	55.″92	267.54	44.″59
1805										
1						126	3		42.00	
2						560	11		50.91	
3	79	1		79.00		66	2		33.00	
	79	1	79.00	79.00	79.00	752	16	47.00	125.91	41.97
1806										
1	396	5		79.20		89	1		89.00	
2	665	14		47.50		454	9		50.44	
3	893	13		68.69		290	8		36.25	
4						40	1		40.00	
5	636	10		63.60		43	1		43.00	
6	1239	23		53.87		614	14		43.86	
7	68	1		68.00		30	1		30.00	
8	28	1		28.00		19	1		19.00	
9	56	1		56.00		24	1		24.00	
10	178	3		59.33		117	2		58.50	
	4159	71	58.58	524.19	58.24	1720	39	44.10	434.05	43.40
1809										
1						153	3		51.00	
2	1399	21		66.62		619	13		47.62	
3	227	5		45.40		115	2		57.50	
4	493	9		54.78		237	4		59.25	
	2119	35	60.54	166.80	55.60	1124	22	51.09	215.37	53.84
1811										
1						45	1		45.00	
2	209	3		69.67		71	2		35.50	
3	1058	16		66.12		441	7		63.00	
4						98	1		98.00	
5	190	3		63.33		38	1		38.00	
6	52	1		52.00		33	1		33.00	
7	72	1		72.00		235	5		47.00	
	1581	24	65.88	323.12	64.62	961	18	53.39	359.50	51.36
1813										
1	576	7		82.29		69	1		69.00	
2	580	11		52.73						
3	205	5		41.00						
4	59	1		59.00						

Beob-achter	Eintritte					Austritte				
	ΣV	n	V_2	V_1	V_3	ΣV	n	V_2	V_1	V_3
5	63″	1		63″.00						
6	66	1		66.00		39″	1		39″.00	
	1549	26	59″.58	364.02	60″.67	108	2	54″.00	108.00	54″.00
1816 I										
4	455	8		56.88						
	455	8	56.88	56.88	56.88					
1816 II										
1	469	11		42.64		350	7		50.00	
2	381	7		54.43		173	6		28.83	
3	758	14		54.14		702	12		58.50	
4	336	8		42.00						
5	468	12		39.00		478	10		47.80	
6	97	2		48.50		192	3		64.00	
	2509	54	46.46	280.71	46.78	1895	38	49.87	249.13	49.83
1818										
1	384	5		76.80		134	3		44.67	
2	406	5		81.20		254	4		63.50	
3	438	5		87.60		19	1		19.00	
4	37	1		37.00		25	1		25.00	
5						46	1		46.00	
6	417	6		69.50		34	1		34.00	
7	344	3		114.67		52	2		26.00	
	2026	25	81.04	466.77	77.80	564	13	43.38	258.17	36.88
1841										
1	311	7		44.43						
2	206	5		41.20						
3	563	9		62.56		495	9		55.00	
4	445	6		74.17		351	6		58.50	
5	126	2		63.00						
6	124	2		62.00						
7	704	17		41.41		477	11		43.36	
	2479	48	51.65	388.77	55.54	1323	26	50.88	156.86	52.29
1842										
1	356	8		44.50		348	8		43.50	
2	1268	26		48.77		983	19		51.74	
3	367	7		52.43		1156	17		68.00	
4						73	1		73.00	
	1991	41	48.56	145.70	48.57	2560	45	56.89	236.24	59.06
1844 I										
1	553	7		79.00		236	4		59.00	
2	158	3		52.67		39	1		39.00	
3	129	3		43.00		52	1		52.00	
4	665	9		73.89		158	3		52.07	
5	365	9		40.56		538	9		59.78	
6	95	2		47.50		113	2		56.50	
7	392	7		56.00		293	5		58.60	
8	1211	20		60.55		696	14		49.71	
9	1006	22		45.73		808	17		47.53	
10	86	2		43.00		40	1		40.00	

Beob-achter	Eintritte					Austritte				
	ΣV	n	V_2	V_1	V_3	ΣV	n	V_2	V_1	V_3
11	51″	1		51″.00		50″	1		50″.00	
12	1343	29		46.31		1359	28		48.54	
13	1055	20		52.75		828	21		39.43	
15	703	18		39.06		1081	20		54.05	
16	1807	41		44.07		2393	43		55.65	
17	404	8		50.50		524	7		74.86	
20	392	8		49.00		248	5		49.60	
21						242	4		60.50	
22	45	1		45.00						
23						959	19		50.47	
24	59	1		59.00		337	6		56.17	
	10519	211	49″.85	978.59	51″.50	10994	211	52″.10	1054.06	52″.70
1844 II										
1	1787	47		38.02		1915	38		50.39	
2	308	5		61.60						
3	845	9		93.89						
4	678	11		61.64						
5						53	1		53.00	
6	905	16		56.56		554	16		34.62	
	4523	88	51.40	311.71	62.34	2522	55	45.85	138.01	46.00
1845										
1	455	10		45.50		307	7		43.86	
2	163	4		40.75		123	3		41.00	
3	55	1		55.00						
4	597	8		74.62						
	1270	23	55.22	215.87	53.97	430	10	43.00	84.86	42.43
1849										
1	1830	35		52.29		945	29		32.59	
2	27	1		27.00		31	1		31.00	
3	41	1		41.00						
4	626	11		56.91		225	5		45.00	
5	574	9		63.78		59	2		29.50	
	3098	57	54.35	240.98	48.20	1260	37	34.05	138.09	34.52
1852										
1	89	1		89.00						
2	1900	43		44.19						
3	491	12		40.92						
4	573	11		52.09						
5	1429	25		57.16						
6	1724	29		59.52						
7	702	10		70.20						
8	217	4		54.25						
9	280	7		40.00						
10	310	7		44.29						
11	539	10		53.90						
12	365	7		52.14						
15	788	16		49.25						
16	85	2		42.50						
	9492	184	51.59	749.41	53.53					



Beob-achter	Eintritte					Austritte				
	ΣV	n	V_2	V_1	V_3	ΣV	n	V_2	V_1	V_3
1856										
1	472″	8		59″.00		181″	5		36″.20	
2	397	8		49.62		187	3		62.33	
5	435	10		43.50		64	2		32.00	
7	1240	23		53.91		670	17		39.41	
8	1094	26		42.08		431	13		33.15	
9	1748	41		42.63		1006	23		43.74	
10	265	4		66.25						
	5661	120	47″.09	356.99	51″.00	2539	63	40″.30	246.83	41″.14
1858										
1	169	3		56.33		138	2		69.00	
2	243	3		81.00		56	1		56.00	
3	133	3		44.33		40	1		40.00	
4	89	2		44.50		80	2		40.00	
5	68	2		34.00		52	1		52.00	
6	166	3		55.33		139	3		46.33	
7	39	1		39.00						
8	253	5		50.60		215	5		43.00	
9	241	6		40.17		212	4		53.00	
10	64	1		64.00		70	1		70.00	
11	200	3		66.67		40	1		40.00	
12	138	2		69.00		56	1		56.00	
13	144	3		48.00		127	3		42.33	
14	84	2		42.00		196	5		39.20	
15	176	3		58.67		107	2		53.50	
16	141	2		70.50		183	3		61.00	
17	747	11		67.91		147	10		14.70	
	3095	55	56.27	932.01	54.82	1858	45	41.29	776.06	48.50
1860										
1	1810	37		48.92		3127	64		48.86	
2	746	16		46.62						
4	221	5		44.20						
5	288	5		57.60		230	5		46.00	
6	149	3		49.67		146	3		48.67	
7	825	14		58.93		827	15		55.13	
	4039	80	50.49	305.94	50.99	4330	87	49.77	198.66	49.66
1863										
1	54	2		27.00						
2	95	2		47.50		82	2		41.00	
3	534	11		48.55		37	1		37.00	
4	731	12		60.92		327	8		40.88	
5	98	2		49.00		35	1		35.00	
6	1450	38		38.16		1771	38		46.61	
	2962	67	44.21	271.13	45.19	2252	50	45.04	200.49	40.10
1867										
1	22	1		22.00						
2	50	1		50.00						
3	2762	57		48.46		2703	52		51.98	
4	849	10		84.90		314	5		62.80	
5	45	1		45.00						

Beob-achter	Eintritte					Austritte				
	ΣV	n	V_2	V_1	V_3	ΣV	n	V_2	V_1	V_3
6	222″	5		44″.40						
7	339	7		48.43		276″	8		34″.50	
8	488	6		81.33		432	6		72.00	
9	285	4		71.25		290	8		36.25	
10	528	9		58.67		365	9		40.56	
	5590	101	55″.35	554.44	55″.44	4380	88	49″.77	298.09	49″.68
1876										
1	1234	26		47.46		1206	26		46.38	
2	354	7		50.57		276	4		69.00	
3	362	6		60.33		136	2		68.00	
4	378	7		54.00		223	4		55.75	
5	524	9		58.22		279	5		55.80	
6	284	6		47.33		38	1		38.00	
7	341	7		48.71		259	4		64.75	
8	156	3		52.00		870	12		72.50	
9	133	3		44.33		255	5		51.00	
10	543	12		45.25		528	10		52.80	
	4309	86	50.10	508.20	50.82	4070	73	55.75	573.98	57.40
1877 I										
1	1117	23		51.17		44	1		44.00	
2	3014	61		49.41		2566	56		45.82	
3	25	1		25.00		23	1		23.00	
4						160	2		80.00	
5						102	2		51.00	
6						132	3		44.00	
7						471	10		47.10	
8	53	1		53.00		53	1		53.00	
9	917	18		50.94		1474	37		39.89	
10	451	10		45.10		255	7		36.43	
11	285	6		47.50		374	6		62.33	
12	292	8		36.50		289	6		48.17	
	6214	128	48.55	358.62	44.83	5943	132	45.02	574.74	47.89
1877 II										
1	2718	60		45.30		2768	66		41.94	
2	588	14		42.00						
3	795	18		44.17						
4	622	9		69.11		162	6		27.00	
5	465	8		58.12		452	11		41.09	
6	568	8		71.00		242	9		26.89	
7	312	7		44.57		131	3		43.67	
8	27	1		27.00		33	1		33.00	
9	319	6		53.17		68	2		34.00	
10	394	10		39.40		220	6		36.67	
	6808	141	48.28	493.84	49.38	4076	104	39.19	284.26	35.53
1878										
1	2225	42		52.98		1472	38		38.74	
2	339	6		56.50		166	3		55.33	
3	334	6		55.67		160	3		53.33	
4	271	5		54.20		125	2		62.50	
5						30	1		30.00	

Beob-achter	Eintritte					Austritte				
	ΣV	n	V_2	V_1	V_3	ΣV	n	V_2	V_1	V_3
6	86″	2		43″.00						
9	1205	17		70.88		519″	9		57″.67	
10						103	2		51.50	
11	1264	24		52.67		676	14		48.29	
12	1506	27		55.78		1014	25		40.56	
	7230	129	56″.05	441.68	55″.21	4265	97	43″.97	437.92	48″.66
1887										
1	127	2		63.50						
2	57	1		57.00						
3	49	1		49.00						
4	143	4		35.60						
5	95	2		47.50		104	2		52.00	
6	191	3		63.67		114	2		57.00	
7	270	5		54.00		253	5		50.60	
8	262	4		65.50		222	4		55.50	
9	341	7		48.71		322	7		46.00	
	1535	29	52.93	484.48	53.83	1015	20	50.75	261.10	52.22
1888										
1						52	1		52.00	
2	72	1		72.00		77	1		77.00	
3						132	2		66.00	
4						564	7		80.57	
5	1222	25		48.88		758	14		54.14	
6	96	2		48.00		44	1		44.00	
7	51	1		51.00		35	1		35.00	
8						343	7		49.00	
9	343	7		49.00		123	4		30.75	
10	28	1		28.00						
11						26	1		26.00	
12	71	1		71.00		15	1		15.00	
13	35	1		35.00						
14	77	1		77.00						
15	37	1		37.00						
	2032	41	49.56	516.88	51.69	2169	40	54.22	529.46	48.13
1889										
1	1681	35		48.03						
2	1887	31		60.87		899	15		59.93	
3	987	21		47.00		254	6		42.33	
	4555	87	52.36	155.90	51.97	1153	21	54.90	102.26	51.43

Lassen wir dagegen die Unterscheidung zwischen Ein- und Austritten fallen, bezeichnen also mit ΣV die Summe aller V der Finsterniss etc., so erhalten wir die folgenden Zahlen:



Ein- und Austritte

Finsterniss	ΣV	n	V_2	V_3	Finsterniss	ΣV	n	V_2	V_3
1802	3728″	65	57″.35	44″.96	1849	4358″	94	46″.36	42″.12
1805	831	17	48.88	51.23	1852	9492	184	51.59	53.53
1806	5879	110	53.45	50.43	1856	8190	183	44.75	46.45
1809	3243	57	56.89	54.60	1858	4953	100	49.53	51.76
1811	2542	42	60.52	56.88	1860	8369	167	50.11	50.46
1813	1657	28	59.18	59.00	1863	5214	117	44.56	42.87
1816 I	455	8	56.88	56.88	1867	9970	189	52.75	53.28
1816 II	4404	92	47.87	48.17	1876	8379	159	52.70	54.11
1818	2590	38	68.16	55.76	1877 I	12157	260	46.76	46.67
1841	3802	74	51.38	54.56	1877 II	10884	245	44.42	43.23
1842	4551	86	52.92	54.56	1878	11495	226	50.86	51.74
1844 I	21513	422	50.98	52.12	1887	2550	49	52.04	53.26
1844 II	7045	143	49.27	56.22	1888	4201	81	51.86	49.83
1845	1700	33	51.52	50.12	1889	5708	108	52.85	51.63

47.

Wie man in der letzten Tafel sieht, stimmen namentlich bei den neueren Finsternissen V_2 und V_3 immer äusserst nahe überein; die grösste überhaupt vorkommende Differenz ist 12″.40 (1818), seit 1850 bleibt sie stets kleiner als $2\frac{1}{2}''$. Diese gute Uebereinstimmung darf uns nun aber nicht verleiten, etwa anzunehmen, die scheinbare Grösse des Schattenhalbmessers sei für diese letzteren Finsternisse auf 1″ bis 2″ sicher bestimmt; dieselbe besagt nur, dass aus den hier benutzten Beobachtungen, wie man letztere auch immer behandeln möge, stets wieder Mittelwerthe V_0 folgen werden, welche sich von unseren V_2 kaum mehr als 2″ unterscheiden können. Sollten jedoch für eine dieser Finsternisse noch neue Reihen von Beobachtungen aufgefunden werden, oder wollte man von den hier benutzten Beobachtungen noch eine oder die andere Reihe fortlassen, so würden sich dadurch V_2 und V_3 leicht noch um mehr als 3″, gelegentlich vielleicht bis zu 10″ ändern können. Ueberhaupt lehrt eine aufmerksame Vergleichung der Werthe von V_1 und V_2, dass sich alle Schwankungen, welche die Werthe von V_2 noch zeigen, hinreichend durch das rein zufällige Zusammenwirken verschiedener Beobachter erklären. Am deutlichsten zeigt sich dies in der am Schluss beigefügten schematischen Darstellung. Jeder Finsterniss entspricht eine der senkrechten Linien und auf letzteren ist der Werth von V_2 durch einen Punkt markirt, während die

kurzen horizontalen Striche den grössten und kleinsten Werth von V_1 darstellen. Bei der Finsterniss 1816 I wurden diese Striche fortgelassen, weil sie beide zusammenfallen würden, da die Beobachtungen nur von einem einzigen Beobachter herrühren. Die Erklärung der Kreuze ╳ folgt im nächsten Paragraphen.

Zunächst erkennt man auf den ersten Blick einen wesentlichen Unterschied zwischen den Finsternissen vor und nach der Linie A: es sind erstens die Schwankungen von V_2 in dem Zeitraume vor A mehr als doppelt so gross, als in der noch dazu längeren Zeit nach A, und zweitens ist V_2 im Durchschnitt vor A beträchtlich grösser, als nachher; in den beiden Zeiträumen einzeln genommen verräth sich dagegen durchaus keine der Zeit proportionale Aenderung von V_2. Auch die beiden als unbrauchbar verworfenen Finsternisse gehören der Zeit vor A an. Dieser grosse Unterschied wird uns sofort begreiflich, wenn wir bedenken, dass bis 1824 die einzige brauchbare Mondkarte eine kleine Karte von acht Zoll Durchmesser war, welche auf Tobias Mayer's Beobachtungen beruhte. Da diese Karte natürlich vieler Details ermangelte, so mussten nothwendiger Weise zu jener Zeit Verwechslungen der verschiedenen Formationen sehr häufig vorkommen. 1824 erschienen die ersten Blätter von Lohrmann's »Topographie der sichtbaren Mondoberfläche«, 1838 dessen ausgezeichnete kleinere Karte (15¼ Zoll Durchmesser) und 1837 die grosse Mondkarte von Beer und Mädler.

Ein weiterer Grund für die geringe Uebereinstimmung der Werthe von V_2 in der ersten Periode, welcher gleichzeitig auch den grösseren Betrag von V_2 erklärt, liegt darin, dass die Beobachter damals durchschnittlich viel schwächere Fernröhre benutzt haben. Fast überall wird man die Regel bestätigt finden, dass geübtere Beobachter und bessere Instrumente einen kleineren Werth für V ergeben. So schreibt auch Oppolzer in seinen Syzygien-Tafeln pag. 34: »Die Grössen der Finsternisse werden alle recht gut dargestellt, wenn man für die älteren Finsternisse eine Vergrösserung des Erdschattens um $\frac{1}{10}$ (d. h. um 3′) einführt.« Jedenfalls ist es klar, dass wir, um zu möglichst brauchbaren Resultaten zu gelangen, die beiden Perioden einzeln behandeln müssen.

Bei den 19 Finsternissen seit 1841 ist der grösste Werth von V_2 52″92 (1842), der kleinste 44″42 (1877 II), also die Differenz

beider nur 8″50. Der obere Grenzwerth der V_1 hat (in derselben Zeit) seinen kleinsten Betrag 58″93 bei der Finsterniss von 1860 und zufälliger Weise erreicht bei derselben Finsterniss auch die untere Grenze ihren grössten Werth 44″20. Ziehen wir demnach im obigen Schema durch die letzteren beiden Grenzwerthe horizontale Linien, so liegen sämmtliche V_2 zwischen diesen parallelen Geraden, während bei jeder Finsterniss mindestens noch ein V_1 oberhalb (oder wenigstens auf) der oberen Linie und mindestens ein V_1 unterhalb der unteren liegt. Alle 19 Werthe der V_2 liegen also bei jeder Finsterniss der zweiten Periode innerhalb des Gebietes, auf welchem sich die persönliche Auffassung der einzelnen Beobachter bewegt oder mit anderen Worten: jedes V_2 hätte ebenso gut bei jeder anderen Finsterniss beobachtet werden können, ja, ihm gleiche Werthe von V sind sogar sicher beobachtet worden. Ein gleiches Gesetz gilt, wie man sieht, für die erste Periode; beide Grenzen liegen aber hier etwas höher. Nur die äusserst unsicher beobachtete Finsterniss vom Jahre 1818 fügt sich dieser Regel nicht.

Den geringen Schwankungen der V_2 ist demnach, soviel sich aus unserem Beobachtungsmaterial schliessen lässt, keine reelle Bedeutung beizulegen. Wie wir oben für jeden Beobachter einen subjectiven Theil a in dem Werthe von V annehmen mussten, so brauchen wir also nun nicht etwa noch ein Glied c einzuführen, welches sich von Finsterniss zu Finsterniss ändert, sondern wir dürfen V_0 für alle Finsternisse constant nehmen.

48.

Während die Resultate der Beobachtungen also zu der Annahme führen, dass V_0 für alle Finsternisse constant bleibt, können gewisse theoretische Betrachtungen doch noch ein variabeles Glied darin vermuthen lassen. Nehmen wir zunächst an, die Vergrösserung des Schattens, welche wir von der Erde aus unter dem Winkel V beobachten, hätte linear gemessen immer einen und denselben Betrag, so ist es klar, dass uns diese Strecke um so grösser erscheinen wird, je näher uns der Mond kommt, auf welchem dieselbe sich projicirt; hiernach würde also nicht V_0 selbst, sondern erst das Product $\frac{\pi_0}{\pi} V_0$ eine Constante sein, wo π_0 die mittlere und π die

bei der betreffenden Finsterniss vorhandene Mondparallaxe ist. Zu ganz demselben Resultate gelangen wir auch durch folgende Schlussweise. Nehmen wir, wie es vielfach geschehen ist, an, die Vergrösserung des Erdschattens würde lediglich durch den Schatten der Erdatmosphäre verursacht, so hätten wir den Erdradius um eine constante Grösse, die Höhe der Atmosphäre, zu vermehren, um mit diesem sodann nach der Formel $\omega = \Pi + \pi - H$ den theoretischen Werth von ω zu berechnen. Der Sonnenradius H wird durch eine Vergrösserung des Halbmessers a der Erde offenbar nicht geändert, wohl aber Π und π; die Veränderung der Sonnenparallaxe Π können wir vernachlässigen, da sie nur $\frac{1}{400}$ derjenigen von π beträgt. Ist r die Entfernung des Mondes von der Erde, so ist (sehr nahe) $\pi = \frac{a}{r}$, also

$$\varDelta\omega = \varDelta\pi = \frac{\varDelta a}{r} = \frac{\varDelta a}{a}\pi$$

oder

$$\frac{\varDelta\omega}{\pi} = \frac{V_0}{\pi} = \frac{\varDelta a}{a}.$$

Also auch diese Annahme führt dahin, dass $\frac{V_0}{\pi}$ eine Constante sein sollte. Aus der letzten Formel ergiebt sich gleichzeitig die einfache Bedeutung des Quotienten $\frac{V_0}{\pi}$: er giebt die Höhe der gedachten schattenwerfenden Atmosphäre in Theilen des Erdhalbmessers an. Für die Finsternissrechnungen ist es jedenfalls anschaulicher, diese Zahl noch mit π_0 zu multipliciren; $\frac{\pi_0}{\pi} V_0$ ist dann die Vergrösserung des Erdschattens bei mittlerer Entfernung des Mondes. Für die Berechnung des in der Einleitung mehrfach erwähnten Vergrösserungsfactors $\frac{V}{\omega}$ lässt sich dagegen wohl kaum irgend eine Berechtigung nennen, da derselbe auch nach der Theorie nicht constant sein kann.

Jedoch ist auch die eben aufgestellte Reduction auf mittlere Mondparallaxe nicht einwurfsfrei. Denn ganz gewiss entsteht die Vergrösserung des Erdschattens nicht allein durch den Schatten unserer Atmosphäre, sondern es wird hauptsächlich der Umstand eine Rolle spielen, dass der Beobachter im Allgemeinen den Schattenrand nicht dahin versetzt, wo der Rand des geometrischen Kern-

schattens die Mondoberfläche trifft, sondern wahrscheinlich weiter nach aussen. Ob nun dieser Theil von V_0 der Mondparallaxe proportional oder constant ist, lässt sich nur durch eine genauere Untersuchung feststellen.

Um zu sehen, ob sich in unseren Werthen von V_2 nicht vielleicht schon eine Abhängigkeit von π zeigt, habe ich in der schematischen Darstellung die Beträge von $\pi_2 : 60$ durch Kreuze markirt. An mehreren Stellen zeigt sich allerdings ganz deutlich ein gleichzeitiges Ab- und Zunehmen von V_2 und π_2, doch war gerade bei zweien der kleinsten Werthe von V_2 (1856 und 1863) π_2 sehr gross; das Maximum (1842) und Minimum (1877 II) von V_2 fallen dagegen wieder recht gut mit sehr grossen und sehr kleinen Werthen von π_2 zusammen. Zufälliger Weise erscheint in der Periode vor 1824 die Abhängigkeit von π fast noch deutlicher ausgeprägt, als bei den viel genaueren Zahlen der zweiten Periode.

49.

Nach diesen Bemerkungen können wir endlich dazu übergehen, aus den Beobachtungen aller Finsternisse einen Mittelwerth von V abzuleiten. Wir werden diese Mittelbildung bei den beiden Perioden vor und nach 1824 getrennt vornehmen, da nur der Mittelwerth der zweiten Periode der jetzigen Genauigkeit der Beobachtungen und Instrumente entsprechen wird.

Um die Frage nach der Constanz von V_0 oder von $\frac{V_0}{\pi}$ noch offen zu lassen, führen wir die Mittelbildung einmal direct mit den oben gefundenen Werthen der V_2 aus, sodann aber auch noch, nachdem wir jedes V_2 durch Multiplication mit $\frac{\pi_0}{\pi_2}$ auf mittlere Entfernung des Mondes reducirt haben. Als π_0 haben wir immer den Hansen'schen Werth 57′ 2″.06 anzunehmen.

Um endlich noch zu zeigen, welchen Einfluss eine möglichst verschiedenartige Vertheilung der Gewichte auf den resultirenden Mittelwerth noch haben kann, berechnen wir für letzteren zwei Werthe V_4 und V_5 genau analog der früheren Berechnung von V_2 und V_3. V_4 ist somit das arithmetische Mittel aller einzelnen V

$$V_4 = \frac{\Sigma V}{n}$$

und V_5 das arithmetische Mittel aller V_1

$$V_5 = \frac{\Sigma V_1}{n_1}.$$

Aus unseren früheren Betrachtungen geht hervor, dass auch hier V_4 als der sicherste Mittelwerth anzunehmen ist.

Zur Vergleichung setze ich in die folgende Tabelle auch noch die Werthe von V_2.

Finsterniss		Ein- und Austritte							
		Nicht auf π_0 reducirt					Auf π_0 reducirt		
		ΣV	n	ΣV_1	n_1	V_2	ΣV	ΣV_1	V_2
I. Periode.	1802	3728″	65	629″.47	14	57″.35	3468″.0	585″.57	53″.35
	1805	831	17	204.91	4	48.88	875.1	215.78	51.47
	1806	5879	110	958.24	19	53.45	5454.8	889.09	49.59
	1809	3243	57	382.17	7	56.89	3031.5	357.25	53.18
	1811	2542	42	682.62	12	60.52	2360.4	633.86	56.20
	1813	1657	28	472.02	8	59.18	1660.0	472.88	59.29
	1816 I	455	8	56.88	1	56.88	448.3	56.03	56.03
	1816 II	4404	92	529.84	11	47.87	4511.1	542.73	49.03
	1818	2590	38	724.94	13	68.46	2442.3	683.60	64.27
		25329	457	4641.09	89		24251.5	4436.79	
		$V_4 = 55.42$,		$V_5 = 52.15$,			$V_4 = 53.07$,	$V_5 = 49.85$;	
II. Periode.	1841	3802	74	545.63	10	51.38	3579.3	513.67	48.37
	1842	4551	86	381.94	7	52.92	4226.6	354.72	49.15
	1844 I	21513	422	2032.65	39	50.98	20042.1	1893.68	47.49
	1844 II	7045	143	449.72	8	49.27	7440.9	474.99	52.04
	1845	1700	33	300.73	6	51.52	1739.6	307.74	52.72
	1849	4358	94	379.07	9	46.36	4371.1	380.21	46.50
	1852	9492	184	749.41	14	51.59	9256.3	730.80	50.31
	1856	8190	183	603.82	13	44.75	7603.6	560.58	41.55
	1858	4953	100	1708.07	33	49.53	4887.0	1685.30	48.87
	1860	8369	167	504.60	10	50.11	7778.2	468.98	46.57
	1863	5214	117	471.62	11	44.56	4900.5	443.26	41.88
	1867	9970	189	852.53	16	52.75	10085.7	862.43	53.36
	1876	8379	159	1082.18	20	52.70	8599.5	1110.66	54.09
	1877 I	12157	260	933.36	20	46.76	11405.6	875.67	43.87
	1877 II	10884	245	778.10	18	44.42	11497.7	821.97	46.92
	1878	11495	226	879.60	17	50.86	11932.1	913.05	52.79
	1887	2550	49	745.58	14	52.04	2614.3	764.38	53.35
	1888	4201	81	1046.34	21	51.86	4118.0	1025.68	50.84
	1889	5708	108	258.16	5	52.85	5902.3	266.95	54.65
		144531	2920	14703.11	291		144980.4	14454.72	
		$V_4 = 49.50$,		$V_5 = 50.53$,			$V_4 = 48.62$,	$V_5 = 49.67$.	

Wie wir am Schlusse noch sehen werden, ist es jedenfalls richtiger, die Reduction auf π_0 vorzunehmen. Als sichersten Werth von V haben wir daher anzunehmen:

Vergrösserung des Schattenhalbmessers bei mittlerer Mondparallaxe

$$V_0 = 48''.62.$$

Bevor Genaueres über die Veränderlichkeit von V ermittelt ist, hat man also für jede Finsterniss den speciellen Werth von V zu berechnen nach der Formel

$$V = 48''.62 \frac{\pi}{\pi_0}$$

oder

$$V = 0.01421\, \pi = \frac{1}{70.38} \pi .$$

Der genaue Logarithmus von 0.01421 .. ist 8.15256. Zur Bildung dieses Mittelwerthes sind 2920 Beobachtungen benutzt.

50.

Zum Schluss will ich noch auf einige Nebenumstände aufmerksam machen, welche vielleicht nicht ganz ohne Bedeutung sind. Zunächst ist es auffällig, dass bei den Mittelbildungen die Eintritte überall grössere Werthe von V ergeben, als die Austritte. So findet man aus den Seite 526—531 gegebenen Werthen von ΣV folgende Werthe von V_1 (nicht auf π_0 reducirt):

	Periode I	Periode II
für die Eintritte	59''.19	50''.93
für die Austritte	49.30	47.46.

Zu demselben Resultate führt eine Vergleichung der einzelnen V_1 bei Ein- und Austritten: ein Blick auf die zuletzt genannte Zusammenstellung zeigt, dass bei den Finsternissen von 1802, 1805, 1811, 1813, 1818, 1860 und 1889 allen Beobachtern, sofern sie überhaupt beides beobachtet haben, bei den Eintritten V grösser erschienen ist, als bei den Austritten; das Umgekehrte ist bei keiner einzigen Finsterniss der Fall. Ferner ist nur bei 7 Finsternissen (1816 II, 42, 44 I, 63, 76, 88, 89) V_2 für die Austritte grösser, als für die Eintritte. Ich will hier aus dieser Erscheinung keine weiteren Schlüsse ziehen, da für diesen Zweck erst noch die Resultate der mikrometrischen und photographischen Messungen abzuwarten

sein dürften. Vorläufig kann man die in Rede stehende Differenz sehr gut durch einen systematischen Beobachtungsfehler erklären: man braucht nur anzunehmen, dass im Durchschnitt die Beobachter geneigt sind, die Zeiten der Contacte etwas zu früh zu schätzen. Dieser merkwürdige Umstand musste den früheren Rechnern, welche die MÄDLER'sche Sehnenmethode benutzten, nothwendig entgehen.

Dass in der That bei diesen Antrittsbeobachtungen systematische Fehler von grossem Betrage durch eigenthümliche optische Vorgänge hervorgerufen werden, zeigt sich noch deutlicher an einer zweiten Erscheinung: dem scheinbaren Kleinerwerden des Schattens mit zunehmender Verfinsterung des Mondes und seinem Wiederanwachsen bei abnehmender Verfinsterung. Man kann diesen sonderbaren Vorgang fast in allen besseren Reihen von Beobachtungen mit geringerer oder grösserer Deutlichkeit erkennen. In kleineren und unsicheren Reihen wird er durch die zufälligen Beobachtungsfehler verdeckt. In Folge dieser Erscheinung häufen sich um die Mitte der Finsterniss die negativen Werthe von R zusammen, während zu Anfang und Ende positive Vorzeichen vorherrschen. Nur die Beobachtungen am Mondrande selbst nehmen gewöhnlich wieder eine Ausnahmestellung ein. Als Beispiele betrachte man die Reihen 1806, 6; 1809, 2; 1816II, 5; 1841, 3; 1844I, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 20; 1844II, 1, 6 und zahlreiche andere. Auch für die Erklärung dieser Erscheinung dürfte die Discussion der photographischen Aufnahmen entscheidend sein.

Man sieht, dass der zuletzt besprochene Vorgang am Anfange und am Ende der Finsternisse Fehler von etwa $+ 20''$, in der Mitte von $- 20''$ hervorbringt. Von demselben Betrage ist durchschnittlich der Unterschied zwischen den einzelnen V_1 der Eintritte und der Austritte eines und desselben Beobachters, und von derselben Ordnung sind endlich die Abweichungen der verschiedenen Beobachter von einander. Aus alledem geht hervor, dass diese Contactbeobachtungen durch eine solche Menge persönlicher, zum Theil sogar systematischer Auffassungsfehler entstellt sind, dass es nicht rathsam erscheint, auf Grund derselben noch nach feineren Gesetzen in der Form des Schattens zu suchen. Es wäre z. B. jetzt ein Leichtes, die Werthe der V nach dem Winkel χ zu ordnen; man würde hierdurch die interessante Frage beantworten können, ob die

Abplattung der Atmosphäre eine andere ist, als die der festen Erde. Ferner könnte man durch eine andere Ordnung der V den Einfluss zu bestimmen suchen, welchen die grösseren Meere und Continente auf die Höhe des Schattens haben, sobald sie den schattenwerfenden Rand der Erde bilden. Zu diesen beiden Zwecken habe ich die Winkel χ oben mit angegeben. Ordnet man ferner unsere auf π_0 reducirten V_2 nach der Grösse der Finsternisse, so zeigt sich ziemlich deutlich das Gesetz, dass die totalen Finsternisse kleinere Werthe von V ergeben, als die partiellen. Doch ich glaube, dass auf alle so zu findenden Regeln nur ein sehr geringer Werth zu legen ist, solange sich dieselben allein auf die Antrittsbeobachtungen gründen.

Die sicherste Grundlage für diese feineren Untersuchungen werden ohne Zweifel photographische Aufnahmen des verfinsterten Mondes bilden, da man auch bei mikrometrischen Messungen vor systematischen Beobachtungsfehlern, wie Ermüdung des Beobachters oder Schwankungen in der Durchsichtigkeit der Luft, durchaus nicht geschützt ist. Es ist ein neuer und nicht gering zu schätzender Vorzug der Himmelsphotographie, dass uns dieselbe ermöglicht, Erscheinungen, welche sich schneller verändern, und die man früher nur durch successive Messungen in ihren einzelnen Theilen beobachten konnte, jetzt in allen ihren Theilen gleichzeitig, also unter ganz gleichen Beobachtungsverhältnissen auf der photographischen Platte festzuhalten. Namentlich wird sich die äussere Form der Atmosphäre, welche ja ziemlich den interessantesten Theil dieser Untersuchungen ausmacht, aus photographischen Aufnahmen mit grosser Sicherheit bestimmen lassen.

Wollte man nur nach der Grösse ihres wahrscheinlichen Fehlers die Zuverlässigkeit der Beobachtungen beurtheilen, so dürfte man allerdings schon mehrere Reihen der Contactbeobachtungen für sicher genug halten, um weitere Schlüsse daraus zu ziehen. Lassen wir Reihen von weniger als 5 Beobachtungen, bei denen die Bestimmung des w. F. gar zu unsicher ist, ausser Acht, so ist die beste Reihe die Gruppe von acht Beobachtungen von Gauss 1816 II mit einem w. F. einer Beobachtung von nur 3."83; sodann folgen mehrere Reihen von Schmidt, welche zugleich zahlreichere Beobachtungen umfassen, 1849 35 Eintritte mit dem w. F. 4."48, dann 1878 38 Austritte mit dem w. F. 4."69 u. s. w. Diese Zahlen repräsentiren die grösste Genauigkeit, welche bei den Antrittsbeobachtungen bis



jetzt von dem geübtesten und eifrigsten Beobachter erreicht worden ist. Etwas kleiner würden diese w. F. noch ausfallen, wenn die selenographischen Positionen der beobachteten Punkte genauer bekannt wären und wenn man die Abnahme des Schattendurchmessers nach der Mitte der Finsterniss zu in Rechnung brächte.

Absichtlich habe ich die Berechnung der w. F. von V_1, V_2 und V_4 vermieden, da dieselbe nur ein falsches Vertrauen auf die Zuverlässigkeit dieser Zahlen hervorrufen und nicht einmal einer so klaren Deutung fähig sein würde, wie die zum Ersatze dafür ausgeführte Berechnung von V_3 und V_5. Doch auch diese Zahlen dürfen uns nicht irre leiten. Allerdings wird es nicht möglich sein, nur durch eine zulässige andere Gewichtsvertheilung aus den hier benutzten Beobachtungen einen Werth von V_0 abzuleiten, welcher von 48″.62 um mehr als eine Secunde verschieden wäre. Ein anderes Beobachtungsmaterial wird jedoch immer noch eine Veränderung von V_0 um etwa höchstens 3″ bewirken können. So geben z. B. die 948 Beobachtungen von SCHMIDT allein $V_4 = 46''.44$ (nicht auf π_0 reducirt) und zu fast demselben Werthe führen die 130 Beobachtungen MÄDLER's. Dieses ist auch der sicherste Beweis für die oben erwähnte Regel, dass geübtere Beobachter den Schatten kleiner zu schätzen pflegen. Auf alle Fälle zu klein ist der Mittelwerth $\frac{1}{55}$[1]), welchen BROSINSKY für den Vergrösserungsfactor findet; diese Zahl würde $V = 44''.9$ ergeben. Noch unzulässiger endlich wird die fernere Benutzung von MAYER's $\frac{1}{60}$ sein.

Wir dürfen jedenfalls annehmen, dass für die Vorausberechnung der Mondfinsternisse der Werth von V mit genügender Schärfe bestimmt ist. Für Durchschnittsbeobachter kann man den abgerundeten Werth 49″ annehmen und wird sich gewiss dann am wenigsten von der Wahrheit entfernen; sehr gute Beobachter können noch etwa 3″ tiefer in den Schatten eindringen. Dass wir über die Form unserer Atmosphäre aus den Contactbeobachtungen keine Schlüsse ziehen dürfen, wurde bereits gesagt. Doch wir sind vorläufig auch noch weit entfernt, aus V_0 die Höhe der Atmosphäre

1) $V_0 = 48''.62$ würde den Vergrösserungsfactor $\frac{1}{50.79}$ ergeben.

berechnen zu können. Für die Höhe der in § 48 mehrfach erwähnten gedachten schattenwerfenden Atmosphäre ergiebt sich $\frac{1}{70.38}$ des Erdhalbmessers, d. i. 90.6 Kilometer. Eine reelle Bedeutung hat diese Zahl jedoch vorläufig nicht.

Um aus den Finsternissbeobachtungen einen Rückschluss auf die Höhe der Atmosphäre zu ermöglichen, wird zunächst die Entstehung der scheinbaren Schattengrenze einer genaueren theoretischen und experimentellen Untersuchung zu unterziehen sein. Zunächst untersuche man experimentell das Halbschattenphänomen unter Beiseitelassung der Refraction in möglichst einfachen geometrischen Verhältnissen. Alsdann suche man auf Grund der Refractionsformeln sowie der experimentell untersuchten absorbirenden Wirkung der Luft die Vertheilung des Lichtes zu berechnen, welche durch die Brechung in der Atmosphäre noch über dem Schatten entsteht. In dieser Rechnung werden dann irgend welche von der Höhe und Schichtung der Atmosphäre abhängige Glieder vorkommen; hat man dann die numerischen Beträge dieser Glieder aus den Beobachtungen bestimmt, so wird man daraus rückwärts auf die Form der Atmosphäre schliessen können.

Nehmen wir an, dass die geringe Menge des durch die Refraction über den ganzen Mond verbreiteten Lichtes die Lage der Schattengrenze nicht wesentlich ändere, so besteht die ganze Wirkung der Atmosphäre darin, dass sie den Radius der schattenwerfenden Erde um einen kleinen Betrag vergrössert, ist also von der Form, welche die Reduction von V auf mittlere Mondparallaxe verlangt. Die oben besprochenen Experimente müssen nun sicher ergeben, dass man einen und denselben Kernschatten durchschnittlich linear um einen constanten Betrag zu gross schätzt. Da nun die Helligkeitsvertheilung in der Nähe der geometrischen Schattengrenze mit wechselnder Mondparallaxe kaum merklich schwanken kann, so wird auch dieser zweite Theil von V, da er auf dem Monde linear stets von gleicher Grösse ist, nach § 48 die Reduction auf π_0 erfordern. Wie aus diesen Betrachtungen hervorgeht, ist also wenigstens vorläufig die Reduction der beobachteten Werthe von V auf mittlere Mondparallaxe das correctere Verfahren.

Ostern 1891.



Tafel I. Libration.

	$l-\Omega$				B'	$\frac{1}{D'}$	E'	C
B'	−	−	+	+				
$\frac{1}{D'}$	−	+	+	−				
E'	+	−	+	−				
C	+	−	−	+				
	0°	180°	180°	360°	0.'0	37	0.'0	1°32.'1
	1	179	181	359	1.6	37	0.0	1 32.1
	2	178	182	358	3.2	37	0.0	1 32.1
	3	177	183	357	4.8	37	0.0	1 32.0
	4	176	184	356	6.4	37	0.1	1 31.9
	5	175	185	355	8.0	37	0.1	1 31.8
	6	174	186	354	9.6	38	0.1	1 31.6
	7	173	187	353	11.2	38	0.1	1 31.5
	8	172	188	352	12.8	38	0.2	1 31.3
	9	171	189	351	14.4	38	0.2	1 31.0
	10	170	190	350	16.0	38	0.2	1 30.8

P.P. für B'

$l-\Omega$	B'
	0.'0
1.'875	
	0.1
5.625	
	0.2
9.375	
	0.3
13.125	
	0.4
16.875	
	0.5
20.625	
	0.6
24.375	
	0.7
28.125	
	0.8
31.875	
	0.9
35.625	
	1.0
39.375	
	1.1
43.125	
	1.2
46.875	
	1.3
50.625	
	1.4
54.375	
	1.5
58.125	
	1.6

Tafel II. Selenographische Positionen.

Object	λ	β	Anmerkungen
Agatharchides	−30°2	−19°5	Mitte
Agrippa	+10.4	+ 4.1	I. Ord. Centralbg.
Albategnius	+ 4.0	−11.4	I. Ord. Centralbg.
Alhazen	+70.7	+16.4	Mitte
Alpetragius	− 5.3	−16.0	II. Ord. Centralspitze
Alphons	− 3.2	−13.0	I. Ord. Centralspitze *A*
Anaxagoras	−12.5	+74.5	Mitte
Apollonius	+59.8	+ 4.9	Mitte
Arago	+21.2	+ 6.1	II. Ord. Centralbg.
Archimed	− 4.3	+29.7	Mitte
Aristarch	−47.2	+23.3	I. Ord. Centralbg.
Aristoteles	+16.9	+50.2	Mitte
Atlas	+43.7	+48.1	II. Ord. Centralspitze *Γ*
Bessarion	−37.0	+15.0	I. Ord. Krater *E*
Bessel	+17.4	+21.9	I. Ord. Mitte
Billy	−50.0	−14.0	I. Ord. Mitte
Boscovich	+10.6	+ 9.1	II. Ord. helle Spitze *A*
Briggs	−67.9	+26.2	II. Ord. Hauptcentralspitze
Bulliald	−22.1	−20.4	I. Ord. Centralsp. *β*
Byrgius *A*	−63.5	−24.4	I. Ord. bei Vollmond deutlich
Calippus	+10.1	+38.3	Mitte
Campanus	−27.5	−27.6	I. Ord. Centralbg.
Capuanus	−26.0	−33.6	Mitte

Object	λ	β	Anmerkungen
Cardanus	−72°9	+13°6	Mitte
Cassini	+ 4.1	+40.4	I. Ord. Centralsp. d. Ringebene *A*
Cavalerius	−67.0	+ 5.2	Mitte
Cavendish	−52.0	−23.8	II. Ord. Krater *A*
Censorinus	+32.5	− 0.4	I. Ord. Mitte
Cleomed	+54.9	+27.2	Südsp. d. Centralbg. *α*
Colombo	+44.6	−15.0	Mitte
Copernicus	−19.9	+ 9.3	I. Ord. Centralbg.
Delambre	+17.3	− 1.8	I. Ord. Centralsp.
Dionys	+17.2	+ 2.8	I. Ord. Mitte
Diophantus	−33.8	+27.4	II. Ord. Mitte
Doppelmayer	−41.2	−28.0	II. Ord. Centralsp. *A*
Eimmart	+65.5	+23.7	Mitte
Encke	−36.6	+ 4.3	I. Ord. Centralsp.
Endymion	+54.5	+53.7	Mitte
Eratosthenes	−11.6	+14.4	I. Ord. Centralsp.
Euclid	−29.3	− 7.2	I. Ord. Mitte
Eudoxus	+15.7	+44.1	Mitte
Euler	−28.9	+23.0	I. Ord. Centralbg.
Firmicus	+62.4	+ 8.1	Mitte
Flamsteed	−44.2	− 4.5	I. Ord. Mitte
Fontana	−56.9	−16.4	Mitte
Fourier *B*	−56.8	−32.7	I. Ord. bei Vollmond deutlich
Fracastor	+32.5	−21.1	Mitte
Furnerius	+59.2	−35.1	II. Ord. Centralsp. *B*
Galilei	−62.3	+10.2	II. Ord. Mitte
Galilei *γ* = Reiner *Γ* .	−58.4	+ 8.2	II. Ord. heller Fleck
Gambart	−18.8	+ 0.8	I. Ord. Krater *A*
Gassendi	−39.5	−17.0	I. Ord. Centralsp. *β*
Gay-Lussac	−20.4	+13.1	II. Ord. Ringebene *A*
Goclenius	+44.5	−10.0	I. Ord. Centralsp.
Godin	+ 9.6	+ 2.7	II. Ord. heller Krater *A*
Grimaldi	−67.2	− 5.5	Mitte
Guerike *C*	−11.7	−11.8	I. Ord. Mitte
Guttenberg *A*	+39.8	− 9.2	II. Ord. heller Krater
Hansteen	−51.4	−11.4	Mitte
Harpalus	−43.6	+52.5	I. Ord. Centralbg.
Helikon	−22.9	+40.2	II. Ord. Mitte
Hell	− 8.3	−32.0	I. Ord. Centralsp.
Heraclid (Cap)	−34.0	+41.1	I. Ord.
Hercules	+38.4	+46.4	I. Ord. Krater *D* nahe d. Mitte
Herodot	−49.3	+22.4	Mitte
Herschel	− 2.2	− 5.6	I. Ord. Centralbg.
Hesiod	−16.0	−29.1	Mitte
Hesiod *B*	−17.0	−26.8	I. Ord. einzelner Krater
Hipparch	+ 5.0	− 5.5	Mitte
Isidor und Capella . . .	+34.5	− 7.5	Mitte beider
Jansen	+29.0	+13.6	Mitte
Julius Caesar	+15.1	+ 9.0	Mitte

Object	λ	β	Anmerkungen
Kant	+20°1	−10°8	II. Ord. Centralsp.
Kepler	−37.7	+7.9	I. Ord. Mitte
Kraft	−72.4	+16.8	Mitte
Krüger	−66.7	−16.8	I. Ord. Mitte
Lagrange	−67.7	−31.6	II. Ord. Krater *A*
Lahire (isol. Berg)	−25.2	+27.3	I. Ord. Mitte
Lambert	−20.8	+25.4	II. Ord. Centralsp.
Lambert *Γ*	−17.6	+25.9	II. Ord.
Landsberg	−26.5	−0.5	I. Ord. Centralsp.
Langrenus	+60.6	−8.4	I. Ord. Centralsp. *B*
Lapeyrouse *A*	+73.9	−9.4	I. Ord.
Laplace	−26.6	+43.3	I. Ord. Krater *A*
Lemonnier	+29.1	+26.0	I. Ord. Spitze *A*
Lichtenberg	−67.1	+31.4	I. Ord. Mitte
Linné	+11.5	+27.8	I. Ord.
Lohrmann	−66.8	−0.1	Mitte
Longomontanus	−20.9	−49.7	Mitte, sehr unsicher
Lubieniezky	−23.5	−17.5	II. Ord. Mitte
Macrobius	+45.4	+20.7	Mitte
Mädler = Theophilus *A*.	+29.6	−11.0	II. Ord. Centralsp.
Maginus	−7.1	−50.0	I. Ord. Centralsp. *A*
Manilius	+8.8	+14.4	I. Ord. Centralbg.
Marius	−50.0	+12.0	I. Ord. Mitte
Mayer	−28.8	+15.5	I. Ord. Centralbg.
Menelaus	+15.5	+16.4	I. Ord. Centralbg.
Mercator	−25.3	−29.1	Mitte
Mersenius	−47.9	−20.8	Mitte
Messala	+57.2	+39.0	Mitte
Messier	+46.7	−2.0	Mitte beider
Neander	+39.4	−31.0	II. Ord. Centralsp.
Olbers	−77.5	+7.9	I. Ord. Centralbg.
Pallas	−1.8	+5.4	II. Ord. Centralsp.
Petavius	+59.3	−24.6	I. Ord. Centralbg.
Piazzi	−65.4	−34.7	II. Ord. Centralsp. *Γ*
Picard	+53.9	+14.4	I. Ord. Mitte
Pico (isol. Spitze)	−9.2	+45.5	I. Ord.
Pico *A* (heller Berg)	−8.5	+43.1	II. Ord.
Pico *B* (Krater)	−15.5	+46.1	II. Ord.
Pitatus	−13.7	−29.4	II. Ord. Centralbg.
Plato	−9.5	+50.9	Mitte
Plinius	+23.4	+15.3	I. Ord. Centralbg.
Polybius *A*	+27.1	−22.3	Mitte
Posidonius	+29.1	+31.6	I. Ord. Centralkrater *A*
Proclus	+46.5	+16.2	I. Ord. Mitte
Ptolemaeus	−2.3	−9.1	Mitte
Purbach	−2.6	−25.5	II. Ord. Centralkrater *A*
Pytheas	−20.6	+20.2	I. Ord. Centralbg.
Ramsden	−31.7	−32.4	I. Ord. Spitze *α*
Reiner	−54.7	+6.5	I. Ord. Centralbg.

Object	λ	β	Anmerkungen
Reiner Γ	−58°4	+ 8°2	II. Ord. heller Fleck
Reinhold	−22.6	+ 3.2	I. Ord. Centralsp.
Riccioli	−74.5	− 1.9	Mitte
Römer	+36.3	+25.3	I. Ord. Centralbg.
Ross	+21.5	+11.6	II. Ord. Centralbg.
Rosse	+34.3	−17.8	I. Ord.
Schickard	−55.2	−44.1	Mitte
Schiller	−38.1	−51.6	Mitte
Schubert	+77.3	+ 2.5	I. Ord. Mitte von *A*
Seleucus	−65.8	+20.9	I. Ord. Centralbg.
Snellius	+54.6	−29.4	II. Ord. Centralbg.
Sosigenes	+17.4	+ 9.0	Mitte
Stöfler	+ 6.6	−41.5	Mitte
Struve	+64.8	+43.3	I. Ord. Spitze *B*
Sulpicius Gallus	+11.3	+19.5	II. Ord. Mitte
Taquet	+18.9	+16.5	II. Ord. Mitte
Taruntius	+46.0	+ 5.7	I. Ord. Centralbg.
Theophilus	+26.3	−11.4	I. Ord. Centralsp. *A*
Theophilus *A*	+29.6	−11.0	siehe Mädler
Timocharis	−13.0	+26.7	I. Ord. Centralbg.
Triesnecker	+ 6.4	+ 5.9	Mitte
Tycho	−11.9	−42.9	I. Ord. Centralbg.
Vieta	−55.6	−28.6	Mitte
Vitello	−37.1	−30.0	I. Ord. Centralbg.
Vitello *A*	−38.6	−32.0	II. Ord.
Vitruvius	+31.0	+17.6	I. Ord. Centralbg.
Wilson	−39.0	−69.5	Mitte
Wurzelbau	−16.0	−33.7	Mitte
Zupus	−52.5	−17.2	Mitte.

Die Positionen I. und II. Ordnung beruhen auf den Messungen von Lohrmann, Bouvard, Nicollet, Mädler und Neison. Die übrigen Punkte wurden aus den Karten von Mädler und Neison entnommen.

Tafel III. Kraterränder.

$\vartheta-(C+\nu)$	Archimed		Aristarch		Bulliald		Copernicus		Endymion		Eudoxus		Fracastor		$\vartheta-(C+\nu)$
	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	
	−	+	−	+	−	−	−	+	+	+	+	+	+	−	
0°	2°6	29°9	46°3	23°4	20°8	20°4	18°7	9°0	55°5	52°0	17°1	43°9	34°2	20°7	180°
10	2.6	30.0	46.4	23.6	20.8	20.3	18.7	9.3	56.0	52.3	17.1	44.0	34.1	20.5	190
20	2.7	30.2	46.5	23.7	20.9	20.1	18.8	9.5	57.0	53.0	17.1	44.2	33.7	20.0	200
30	2.8	30.6	46.6	23.8	20.9	20.0	18.9	9.8	57.1	53.2	17.1	44.7	33.6	19.9	210
40	2.9	30.8	46.8	23.9	21.0	19.7	19.0	9.9	57.5	53.7	17.1	44.7	33.6	19.8	220
50	3.0	30.8	47.0	24.0	21.4	19.4	19.3	10.2	57.6	54.5	17.0	44.8	33.4	19.6	230
60	3.3	31.0	47.0	24.0	21.6	19.3	19.6	10.3	57.7	55.1	16.9	44.9	33.3	19.6	240
70	3.6	31.1	47.0	24.0	21.7	19.2	19.7	10.3	56.7	56.0	16.4	45.2	32.9	19.5	250
80	3.7	31.1	47.1	24.0	21.8	19.2	20.0	10.4	56.0	56.0	16.1	45.3	32.6	19.4	260
90	4.2	31.2	47.1	24.0	21.9	19.2	20.2	10.4	55.8	56.0	15.7	45.3	32.5	19.4	270
100	4.6	31.1	47.2	24.0	22.2	19.2	20.4	10.4	55.6	56.0	15.4	45.3	32.1	19.5	280
110	4.8	31.1	47.4	24.0	22.3	19.3	20.6	10.4	55.3	56.0	15.2	45.2	31.9	19.5	290
120	5.2	30.8	47.5	24.0	22.6	19.4	20.7	10.3	55.0	55.9	15.0	45.1	31.5	19.6	300
130	5.6	30.7	47.7	23.9	22.7	19.5	20.8	10.2	54.9	55.9	14.8	45.0	31.1	19.9	310
140	5.6	30.7	47.8	23.7	22.8	19.7	21.0	10.0	54.8	55.8	14.8	45.0	31.0	20.1	320
150	5.7	30.4	47.9	23.6	23.0	19.8	21.2	9.8	54.4	55.8	14.7	44.8	30.8	20.3	330
160	5.8	30.1	47.9	23.4	23.2	19.9	21.3	9.6	54.1	55.7	14.6	44.7	30.8	20.5	340
170	5.9	29.8	47.9	23.3	23.2	20.2	21.4	9.4	53.7	55.4	14.5	44.6	30.8	20.9	350
180	5.9	29.8	47.8	23.2	23.3	20.3	21.4	9.2	52.9	55.0	14.5	44.3	30.9	21.3	0
190	5.8	29.4	47.6	22.8	23.3	20.7	21.3	9.0	52.0	54.8	14.4	44.0	31.0	21.7	10
200	5.8	29.1	47.5	22.7	23.3	20.9	21.2	8.8	52.0	54.7	14.4	43.7	31.2	22.1	20
210	5.7	29.0	47.4	22.5	23.3	21.1	21.1	8.6	51.6	54.0	14.5	43.5	31.4	22.4	30
220	5.6	28.9	47.4	22.5	23.2	21.2	21.0	8.4	51.3	53.5	14.5	43.4	31.6	22.6	40
230	5.3	28.5	47.4	22.5	23.0	21.4	20.8	8.2	51.4	52.9	14.6	43.3	31.8	22.7	50
240	5.2	28.5	47.3	22.5	22.8	21.6	20.7	8.2	51.9	52.0	14.6	43.2	31.9	22.8	60
250	5.0	28.4	47.3	22.5	22.6	21.7	20.5	8.0	52.5	51.6	14.9	43.1	32.1	22.8	70
260	4.9	28.3	47.2	22.5	22.4	21.7	20.3	8.0	53.3	51.4	15.3	43.0	32.3	22.9	80
270	4.6	28.3	47.0	22.5	22.2	21.7	20.0	8.0	53.4	51.3	15.6	43.0	32.4	22.9	90
280	4.0	28.4	47.0	22.5	22.0	21.7	19.8	8.0	53.6	51.3	15.9	43.0	32.7	22.9	100
290	3.8	28.5	46.8	22.5	21.8	21.6	19.6	8.0	54.0	51.4	16.3	43.1	32.9	22.9	110
300	3.2	28.7	46.7	22.6	21.6	21.6	19.3	8.2	54.1	51.4	16.4	43.1	33.2	22.7	120
310	3.0	28.8	46.6	22.7	21.6	21.6	19.0	8.3	54.3	51.5	16.7	43.2	33.8	22.2	130
320	2.8	29.0	46.4	22.8	21.4	21.4	18.8	8.5	54.4	51.6	16.7	43.3	34.1	21.8	140
330	2.7	29.1	46.3	22.9	21.2	21.2	18.8	8.6	54.5	51.6	17.0	43.7	34.2	21.7	150
340	2.7	29.3	46.3	23.1	21.0	20.9	18.7	8.7	54.8	51.7	17.0	43.7	34.2	21.5	160
350	2.6	29.5	46.3	23.2	20.9	20.7	18.7	8.9	55.1	51.8	17.0	43.7	34.2	21.1	170
360	2.6	29.9	46.3	23.4	20.8	20.4	18.7	9.0	55.5	52.0	17.1	43.9	34.2	20.7	180

Linkes Argument: { Eintritt Rand I. / Austritt Rand II. } Rechtes Argument: { Austritt Rand I. / Eintritt Rand II. }

$\vartheta-(C+\nu)$	Galilei		Gassendi		Grimaldi		Kepler		Langrenus		Manilius		Menelaus		$\vartheta-(C+\nu)$
	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	
	−	+	−	−	−	−	−	+	+	−	+	+	+	+	
0°	62°.0	10°.1	38°.1	17°.1	64°.2	5°.8	37°.4	7°.6	63°.3	8°.4	9°.5	14°.3	16°.4	16°.2	180°
10	62.0	10.2	38.0	17.0	64.4	4.7	37.5	7.7	63.0	7.9	9.4	14.4	16.4	16.3	190
20	62.0	10.2	38.1	16.6	64.5	4.3	37.5	7.9	62.6	7.3	9.4	14.5	16.4	16.4	200
30	62.0	10.3	38.1	16.5	65.7	3.0	37.6	8.0	62.1	7.0	9.4	14.6	16.3	16.5	210
40	62.0	10.3	38.3	16.4	66.0	2.7	37.7	8.1	61.7	6.7	9.4	14.8	16.3	16.6	220
50	62.0	10.3	38.7	15.9	66.6	2.5	37.8	8.2	61.5	6.6	9.3	14.9	16.2	16.6	230
60	62.1	10.3	39.0	15.7	67.2	2.3	37.8	8.2	61.1	6.5	9.2	15.0	16.1	16.7	240
70	62.1	10.3	39.3	15.6	67.4	2.3	37.9	8.3	61.0	6.4	9.1	15.0	16.1	16.7	250
80	62.1	10.3	39.6	15.6	67.5	2.3	38.0	8.3	60.9	6.4	9.0	15.0	16.0	16.7	260
90	62.2	10.3	39.8	15.5	67.6	2.3	38.0	8.3	60.6	6.4	8.8	15.0	15.8	16.7	270
100	62.2	10.3	39.9	15.5	67.6	2.3	38.1	8.3	60.2	6.5	8.7	15.0	15.7	16.6	280
110	62.3	10.2	40.1	15.6	67.8	2.3	38.2	8.2	59.9	6.6	8.5	15.0	15.6	16.6	290
120	62.3	10.2	40.3	15.6	67.9	2.3	38.3	8.2	59.6	6.6	8.4	14.9	15.6	16.6	300
130	62.4	10.2	40.6	15.7	68.1	2.4	38.3	8.2	59.5	6.6	8.4	14.9	15.5	16.6	310
140	62.4	10.2	40.9	15.9	68.5	2.6	38.4	8.1	59.2	6.8	8.3	14.8	15.4	16.6	320
150	62.5	10.2	41.0	16.1	69.0	2.8	38.6	8.0	58.8	7.2	8.3	14.7	15.4	16.5	330
160	62.5	10.1	41.1	16.2	69.2	3.0	38.6	7.8	58.7	7.4	8.2	14.6	15.3	16.4	340
170	62.6	10.1	41.1	16.3	69.7	3.6	38.6	7.7	58.5	8.1	8.1	14.5	15.3	16.3	350
180	62.6	10.1	41.2	16.5	70.2	4.7	38.6	7.5	58.6	8.7	8.1	14.3	15.3	16.2	0
190	62.6	10.1	41.3	17.0	70.3	7.2	38.5	7.4	58.8	9.4	8.1	14.1	15.3	16.1	10
200	62.5	10.1	41.2	17.5	70.0	8.0	38.5	7.3	59.0	9.7	8.1	14.0	15.3	16.0	20
210	62.5	10.1	41.1	17.7	69.7	8.3	38.4	7.2	59.5	10.2	8.2	14.0	15.3	15.9	30
220	62.4	10.0	41.1	17.8	69.7	8.3	38.4	7.2	59.8	10.4	8.2	13.9	15.3	15.8	40
230	62.4	10.0	40.8	18.1	69.3	8.7	38.2	7.1	59.9	10.4	8.3	13.8	15.4	15.7	50
240	62.4	10.0	40.5	18.3	68.7	8.8	38.1	7.0	60.1	10.5	8.5	13.7	15.5	15.6	60
250	62.3	10.0	40.3	18.3	68.1	8.8	38.0	7.0	60.5	10.5	8.6	13.6	15.6	15.6	70
260	62.3	10.0	40.1	18.4	68.0	8.9	38.0	7.0	60.5	10.6	8.7	13.6	15.6	15.6	80
270	62.2	10.0	39.8	18.4	68.0	8.9	38.0	7.0	60.8	10.6	8.8	13.6	15.7	15.6	90
280	62.2	10.0	39.6	18.4	67.9	8.9	37.9	7.0	61.2	10.6	8.9	13.6	15.8	15.6	100
290	62.2	10.0	39.3	18.4	67.5	8.8	37.8	7.0	61.7	10.5	9.0	13.6	16.0	15.7	110
300	62.1	10.0	39.1	18.4	67.3	8.8	37.7	7.0	61.8	10.4	9.1	13.7	16.1	15.7	120
310	62.1	10.0	38.8	18.2	67.0	8.7	37.6	7.1	62.2	10.3	9.2	13.7	16.2	15.7	130
320	62.0	10.0	38.6	18.1	66.5	8.6	37.6	7.2	62.6	10.2	9.3	13.8	16.3	15.8	140
330	62.0	10.0	38.5	17.9	66.0	8.3	37.5	7.3	62.7	10.0	9.4	13.9	16.3	15.8	150
340	62.0	10.0	38.3	17.7	65.5	7.9	37.5	7.3	63.1	9.6	9.4	14.1	16.4	15.9	160
350	62.0	10.0	38.2	17.4	64.6	7.0	37.5	7.4	63.3	8.9	9.4	14.1	16.4	16.0	170
360	62.0	10.1	38.1	17.1	64.2	5.8	37.4	7.6	63.3	8.4	9.5	14.3	16.4	16.2	180

Linkes Argument: { Eintritt Rand I. / Austritt Rand II. } Rechtes Argument: { Austritt Rand I. / Eintritt Rand II. }



ϑ − (C + ν)	Pitatus		Plato		Plinius		Posidonius		Proclus		Schickard		Tycho		ϑ − (C + ν)
	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	λ	β	
0°	−11°9	−29°7	−7°0	+50°7	+24°2	+15°3	+31°3	+31°5	+47°1	+15°9	−49°9	−45°9	−9°7	−42°8	180°
10	11.9	29.4	7.0	50.9	24.2	15.5	31.3	31.6	47.1	16.0	49.6	45.7	9.6	42.5	190
20	11.9	29.2	7.2	51.3	24.2	15.6	31.3	31.8	47.1	16.1	49.1	45.2	9.6	42.3	200
30	12.0	28.9	7.3	51.6	24.2	15.8	31.3	32.0	47.1	16.3	49.0	45.0	9.7	42.1	210
40	12.1	28.7	7.4	51.9	24.1	15.8	31.2	32.2	47.0	16.4	48.9	44.4	9.9	41.9	220
50	12.3	28.6	8.0	52.2	24.1	15.9	31.0	32.4	46.9	16.5	49.3	43.3	10.1	41.6	230
60	12.6	28.3	8.2	52.5	23.9	16.0	30.7	32.6	46.8	16.5	50.8	42.2	10.3	41.4	240
70	12.9	28.1	8.8	52.7	23.8	16.1	30.2	32.9	46.8	16.5	53.4	41.0	10.7	41.2	250
80	13.2	28.0	9.2	52.8	23.7	16.1	29.7	33.0	46.7	16.6	54.5	40.8	11.3	41.1	260
90	13.5	28.0	9.6	52.8	23.4	16.1	29.4	33.0	46.7	16.6	55.0	40.8	11.6	41.1	270
100	13.6	28.0	10.1	52.8	23.3	16.1	29.0	33.0	46.7	16.6	56.0	40.8	12.0	41.1	280
110	13.9	28.1	10.8	52.7	23.2	16.1	28.8	33.0	46.4	16.5	57.2	40.9	12.4	41.2	290
120	14.2	28.2	11.2	52.3	23.1	16.0	28.4	32.9	46.3	16.4	57.6	41.0	12.7	41.3	300
130	14.6	28.6	11.4	52.1	23.0	16.0	28.2	32.8	46.2	16.4	58.0	41.1	12.9	41.4	310
140	14.7	28.7	11.7	51.8	23.0	16.0	28.0	32.7	46.1	16.4	58.5	41.3	13.0	41.5	320
150	14.8	28.8	11.8	51.5	22.9	15.8	27.9	32.6	46.0	16.3	59.0	41.4	13.2	41.8	330
160	15.0	29.0	11.9	51.3	22.8	15.7	27.7	32.4	45.9	16.2	59.1	41.6	13.5	42.0	340
170	15.2	29.3	11.9	51.1	22.7	15.4	27.7	32.3	45.9	16.1	60.0	41.9	13.7	42.4	350
180	15.2	29.7	11.9	50.9	22.7	15.2	27.6	32.0	45.8	16.0	60.4	42.1	13.7	42.6	0
190	15.3	29.9	11.7	50.5	22.7	15.0	27.5	31.7	45.8	15.9	60.8	42.4	13.7	42.7	10
200	15.2	30.0	11.5	50.0	22.8	14.8	27.5	31.5	45.8	15.8	61.2	42.8	13.7	43.0	20
210	15.2	30.2	11.3	49.8	22.8	14.7	27.5	31.3	45.8	15.8	61.5	43.1	13.6	43.3	30
220	15.2	30.3	11.0	49.4	22.8	14.7	27.6	31.1	45.9	15.7	61.6	43.6	13.5	43.5	40
230	15.0	30.5	10.9	49.3	22.9	14.6	28.0	30.6	45.9	15.6	61.0	44.8	13.4	43.8	50
240	14.7	30.7	10.8	49.2	23.0	14.5	28.3	30.4	46.1	15.6	60.0	46.1	13.1	44.0	60
250	14.5	30.9	10.4	49.1	23.1	14.5	28.6	30.3	46.2	15.5	58.4	46.9	12.9	44.1	70
260	13.9	31.0	10.0	49.0	23.2	14.4	29.0	30.3	46.3	15.5	56.2	47.4	12.4	44.2	80
270	13.8	31.0	9.2	49.0	23.3	14.4	29.2	30.2	46.4	15.5	54.8	47.4	12.0	44.3	90
280	13.5	30.9	8.8	49.0	23.6	14.5	29.7	30.3	46.5	15.5	53.8	47.3	11.6	44.2	100
290	13.0	30.8	8.3	49.1	23.7	14.5	30.0	30.3	46.5	15.5	53.0	47.3	11.2	44.1	110
300	12.8	30.8	7.9	49.3	23.8	14.5	30.3	30.4	46.6	15.6	52.8	47.2	10.8	44.0	120
310	12.7	30.7	7.5	49.5	23.9	14.6	30.7	30.6	46.8	15.6	52.0	47.0	10.5	43.9	130
320	12.3	30.3	7.2	49.9	23.9	14.7	30.8	30.6	46.9	15.7	51.8	46.9	10.2	43.6	140
330	12.0	30.0	7.0	50.2	24.1	14.7	30.9	30.7	47.0	15.7	51.1	46.7	10.0	43.3	150
340	11.9	29.9	7.0	50.6	24.1	14.9	31.0	30.8	47.0	15.7	50.7	46.5	9.8	43.2	160
350	11.9	29.8	7.0	50.7	24.2	15.0	31.1	31.1	47.0	15.8	49.9	45.9	9.7	43.0	170
360	11.9	29.7	7.0	50.7	24.2	15.3	31.3	31.5	47.1	15.9	49.9	45.9	9.7	42.8	180

Linkes Argument: { Eintritt Rand I. / Austritt Rand II. } Rechtes Argument: { Austritt Rand I. / Eintritt Rand II. }

Tafel IV. $u \cos^2 \chi$.

χ				8″8	9″2	9″6	10″0	10″4	10″8	11″2	11″6	12″0	12″4	12″8
0°	180°	180°	360°	8″8	9″2	9″6	10″0	10″4	10″8	11″2	11″6	12″0	12″4	12″8
2	178	182	358	8.8	9.2	9.6	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	12.4	12.8
4	176	184	356	8.8	9.2	9.6	10.0	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.7
6	174	186	354	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.7
8	172	188	352	8.6	9.0	9.4	9.8	10.2	10.6	11.0	11.4	11.8	12.2	12.6
10	170	190	350	8.5	8.9	9.3	9.7	10.1	10.5	10.9	11.3	11.6	12.0	12.4
12	168	192	348	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0	10.3	10.7	11.1	11.5	11.9	12.2
14	166	194	346	8.3	8.7	9.0	9.4	9.8	10.2	10.5	10.9	11.3	11.6	12.0
16	164	196	344	8.1	8.5	8.9	9.2	9.6	10.0	10.3	10.7	11.1	11.5	11.8
18	162	198	342	8.0	8.3	8.7	9.0	9.4	9.8	10.1	10.5	10.9	11.2	11.6
20	160	200	340	7.8	8.1	8.5	8.9	9.2	9.5	9.9	10.2	10.6	10.9	11.3
22	158	202	338	7.6	7.9	8.2	8.6	9.0	9.3	9.6	9.9	10.3	10.6	11.0
24	156	204	336	7.3	7.7	8.0	8.3	8.7	9.0	9.3	9.7	10.0	10.3	10.7
26	154	206	334	7.1	7.4	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.4	9.7	10.0	10.3
28	152	208	332	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.4	9.7	10.0
30	150	210	330	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.4	8.7	9.0	9.3	9.6
32	148	212	328	6.3	6.6	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1	8.3	8.6	8.9	9.2
34	146	214	326	6.0	6.3	6.6	6.9	7.1	7.4	7.7	8.0	8.2	8.5	8.8
36	144	216	324	5.8	6.0	6.3	6.5	6.8	7.1	7.3	7.6	7.9	8.1	8.4
38	142	218	322	5.5	5.7	6.0	6.2	6.5	6.7	7.0	7.2	7.5	7.7	7.9
40	140	220	320	5.2	5.4	5.6	5.9	6.1	6.3	6.6	6.8	7.0	7.3	7.5
42	138	222	318	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.1
44	136	224	316	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6
46	134	226	314	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2
48	132	228	312	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.7
50	130	230	310	3.6	3.8	4.0	4.1	4.3	4.5	4.6	4.8	5.0	5.1	5.3
52	128	232	308	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	4.1	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9
54	126	234	306	3.0	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4
56	124	236	304	2.8	2.9	3.0	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6	3.8	3.9	4.0
58	122	238	302	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.3	3.4	3.5	3.6
60	120	240	300	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2
62	118	242	298	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8
64	116	244	296	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5
66	114	246	294	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1
68	112	248	292	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8
70	110	250	290	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5
72	108	252	288	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
74	106	254	286	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0
76	104	256	284	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
78	102	258	282	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
80	100	260	280	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
82	98	262	278	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
84	96	264	276	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
86	94	266	274	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
88	92	268	272	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	90	270	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tafel V. $f \cos F$.

F	13″8	14″2	14″6	15″0	15″4	15″8	16″2	16″6	17″0	17″4	17″8	18″2	18″6
0°	13″8	14″2	14″6	15″0	15″4	15″8	16″2	16″6	17″0	17″4	17″8	18″2	18″6
2	13.8	14.2	14.6	15.0	15.4	15.8	16.2	16.6	17.0	17.4	17.8	18.2	18.6
4	13.8	14.2	14.6	15.0	15.4	15.8	16.2	16.6	17.0	17.4	17.8	18.2	18.6
6	13.7	14.1	14.5	14.9	15.3	15.7	16.1	16.5	16.9	17.3	17.7	18.1	18.5
8	13.7	14.1	14.5	14.9	15.2	15.6	16.0	16.4	16.8	17.2	17.6	18.0	18.4
10	13.6	14.0	14.4	14.8	15.2	15.6	16.0	16.3	16.7	17.1	17.5	17.9	18.3
12	13.5	13.9	14.3	14.7	15.1	15.4	15.8	16.2	16.6	17.0	17.4	17.8	18.2
14	13.4	13.8	14.2	14.6	14.9	15.3	15.7	16.1	16.5	16.9	17.3	17.7	18.0
16	13.3	13.7	14.0	14.4	14.8	15.2	15.6	16.0	16.3	16.7	17.1	17.5	17.9
18	13.1	13.5	13.9	14.3	14.6	15.0	15.4	15.8	16.2	16.5	16.9	17.3	17.7
20	13.0	13.3	13.7	14.1	14.5	14.8	15.2	15.6	16.0	16.4	16.7	17.1	17.5
22	12.8	13.2	13.5	13.9	14.3	14.6	15.0	15.4	15.8	16.1	16.5	16.9	17.2
24	12.6	13.0	13.3	13.7	14.1	14.4	14.8	15.2	15.5	15.9	16.3	16.6	17.0
26	12.4	12.8	13.1	13.5	13.8	14.2	14.6	14.9	15.3	15.6	16.0	16.4	16.7
28	12.2	12.5	12.9	13.2	13.6	13.9	14.3	14.7	15.0	15.4	15.7	16.1	16.4
30	11.9	12.3	12.6	13.0	13.3	13.7	14.0	14.4	14.7	15.1	15.4	15.8	16.1
32	11.7	12.0	12.4	12.7	13.1	13.4	13.7	14.1	14.4	14.8	15.1	15.4	15.8
34	11.4	11.8	12.1	12.4	12.8	13.1	13.4	13.8	14.1	14.4	14.8	15.1	15.4
36	11.2	11.5	11.8	12.1	12.5	12.8	13.1	13.4	13.8	14.1	14.4	14.7	15.0
38	10.9	11.2	11.5	11.8	12.1	12.5	12.8	13.1	13.4	13.7	14.0	14.3	14.7
40	10.6	10.9	11.2	11.5	11.8	12.1	12.4	12.7	13.0	13.3	13.6	13.9	14.2
42	10.3	10.6	10.8	11.1	11.4	11.7	12.0	12.3	12.6	12.9	13.2	13.5	13.8
44	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.4	11.7	11.9	12.2	12.5	12.8	13.1	13.4
46	9.6	9.9	10.1	10.4	10.7	11.0	11.2	11.5	11.8	12.1	12.4	12.6	12.9
48	9.2	9.5	9.8	10.0	10.3	10.6	10.8	11.1	11.4	11.6	11.9	12.2	12.4
50	8.9	9.1	9.4	9.6	9.9	10.2	10.4	10.7	10.9	11.2	11.4	11.7	12.0
52	8.5	8.7	9.0	9.2	9.5	9.7	10.0	10.2	10.5	10.7	11.0	11.2	11.5
54	8.1	8.3	8.6	8.8	9.1	9.3	9.5	9.8	10.0	10.2	10.5	10.6	10.9
56	7.7	7.9	8.2	8.4	8.6	8.8	9.1	9.3	9.5	9.7	10.0	10.2	10.4
58	7.3	7.5	7.7	7.9	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0	9.2	9.4	9.6	9.9
60	6.9	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3
62	6.5	6.7	6.9	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.5	8.7
64	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	6.9	7.1	7.3	7.5	7.6	7.8	8.0	8.2
66	5.6	5.8	5.9	6.1	6.3	6.4	6.6	6.8	6.9	7.1	7.2	7.4	7.6
68	5.2	5.3	5.5	5.6	5.8	5.9	6.1	6.2	6.4	6.5	6.7	6.8	7.0
70	4.7	4.9	5.0	5.1	5.3	5.4	5.5	5.7	5.8	6.0	6.1	6.2	6.4
72	4.3	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.1	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7
74	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1
76	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
78	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
80	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.2
82	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6
84	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9
86	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
88	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Inhalt.

Tafeln.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Graphische Darstellung der Schwankungen von V.

A

1802 | 1805 | 1806 | 1809 | 1811 | 1813 | 1816 I | 1816 II | 1818 | 1841 | 1842 | 1844 I | 1844 II | 1845 | 1849 | 1852 | 1856 | 1858 | 1860 | 1863 | 1867 | 1876 | 1877 I | 1877 II | 1878 | 1887 | 1888 | 1889

110″
100
90
80
70
60
50
40
30
20

• .... V_2, *Mittelwerth der Finsterniss.*

— .... *Grenzwerthe von* V_1.

× .... $\frac{\pi_2}{60}$.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.





